P4268

BAA-1

BULLETIN AGRONOMIQUE

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
SERVICE DE DOCUMENTATION
16 NOV. 1983
CENTRE DE VERSAILLES

SEMESTRIEL
1983
VOL.1 N°1

Edité par
L'INRA des Antilles et de la Guyane
et
la CRCA de la Guadeloupe

LE CRÉDIT AGRICOLE

FINANCE DÉSORMAIS TOUT ET PARTOUT !...

Y COMPRIS DANS LES VILLES DE POINTE-A-PITRE ET DE BASSE-TERRE

OUTRE SA VOCATION PREMIÈRE L'AGRICULTURE, LE CRÉDIT AGRICOLE
FINANCE AUSSI L'IMMOBILIER, LE COMMERCE, L'ARTISANAT
LES PROFESSIONS LIBÉRALES ET BIEN D'AUTRES CHOSES ENCORE.

CRÉDIT AGRICOLE

LA BANQUE DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

AVANT-PROPOS

Les ASSISES RÉGIONALES et le COLLOQUE NATIONAL DE LA RECHERCHE et de la TECHNOLOGIE, puis les ÉTATS GÉNÉRAUX du DÉVELOPPEMENT AGRICOLE ont chacun souligné, à leur niveau, l'importance et l'urgence d'une meilleure valorisation des travaux de la Recherche agronomique.

Les ÉTATS GÉNÉRAUX du DÉVELOPPEMENT AGRICOLE ont en particulier fortement insisté sur l'effort important d'information qui doit être fait pour l'Agriculture. Outre l'information générale, il a été recommandé la création :

- d'un bulletin technique de très large diffusion destiné à l'ensemble des agriculteurs.
- d'un périodique de diffusion des résultats de la Recherche, destiné surtout aux agents du développement.

Ce bulletin périodique que nous vous présentons a l'ambition de répondre à cette dernière fonction.

Ses pages sont ouvertes aux chercheurs de tous les organismes de recherche et à tous les agents de développement ayant des résultats d'essai à présenter. Les réflexions de fond et les mises au point seront également les bienvenues.

L'ensemble des articles reçus sera soumis à un comité de lecture.

Le support matériel nécessaire à la réussite du transfert de l'information technique moderne vers les utilisateurs et leur encadrement est forcément coûteux. C'est grâce à un financement décidé par le Conseil d'Administration de la Caisse Régionale du Crédit Agricole, qui voudra bien trouver ici nos remerciements, que le Centre de Recherches Agronomiques de l'INRA aux Antilles peut vous offrir ce premier numéro du ***BULLETIN AGRONOMIQUE.***

Nous voulons espérer qu'il atteindra le but recherché pour le plus grand bien de notre Agriculture.

A. KERMARREC
Administrateur de l'I.N.R.A.
Antilles-Guyane

SOMMAIRE

C.M. MESSiAEN

Quelques caractéristiques des systèmes agricoles traditionnels en zone tropicale : limites de leurs performances, améliorations éventuelles.

Impressions de voyage en Martinique : la culture de l'Aubergine va-t-elle disparaître définitivement de ce pays ?

Indications bibliographiques sur le stockage des légumes en enceintes réfrigérées.

M.N. COLLIN

Conservation par le froid de quelques espèces fruitières tropicales ou subtropicales.

J.-P. TORREGROSSA

- Rôle pollinisateur *d'Exomalopsis biliottii.*

R. HUGON

- Moyens de lutte contre l'acariose des agrumes causée par *Polyphagotarsonemus latus* (Banks).

C.M. MESSIAEN

- Rappel des symptômes provoqués par *Polyphagotarsonemus latus* sur les cultures maraîchères.

Note aux lecteurs et auteurs éventuels

Toute remarque, suggestion ou projet d'article est à adresser à l'Unité régionale de documentation de l'I.N.R.A Antilles Guyane - Domaine Duclos - 97170 Petit-Bourg

Quelques caractéristiques des systèmes agricoles traditionnels en zone tropicale : limites de leurs performances, améliorations éventuelles.

C.M. Messiaen

I - INTRODUCTION

Alors que, dans les pays développés, les partisans de «l'Agriculture biologique» se considèrent comme porteurs d'un message nouveau, dont les contradictions et les convergences avec l'Agronomie classique ont été récemment analysées par CAUDERON (1981)*, des millions de paysans de la zone tropicale pratiquent encore des systèmes d'agriculture qu'on peut qualifier de «biologiques», n'employant ni engrais, ni pesticides.

Ces systèmes traditionnels, dans notre région, dominent encore l'agriculture en Haïti, où ils ont été analysés de façon approfondie par l'équipe du Centre Madian-Salagnac, dont MMrs **M. Brochet, J. Cavalier et V. de Reynal** ont été les fondateurs.

Aux Antilles Françaises ils assuraient totalement il y a une trentaine d'années, la production des «vivres» non importés : tubercules, bananes diverses, grains frais de légumineuses, légumes divers. Ils y sont encore pratiqués par un certain nombre de cultivateurs âgés, alors que les producteurs vivriers plus jeunes adoptent déjà, de façon spontanée, l'usage des engrais chimiques et des herbicides dont ils peuvent disposer, grâce au voisinage des cultures industrielles (Canne - Banane).

Dans le premier tiers du XXè siècle, la Recherche Agronomique tropicale s'est surtout préoccupée de cultures d'exportation (canne à sucre, café, cacao, caoutchouc, fibres, oléagineux, fruits tropicaux...), avec d'ailleurs souvent à ses débuts le souci d'utiliser des mécanismes biologiques de maintien de la fertilité (légumineuses de couverture , arbres d'ombrage) dont l'importance a ensuite décliné au profit de l'usage des engrais (par exemple pour la production intensive de café).

A partir de 1945, un souci philanthropique louable, coïncidant avec l'ère de l'énergie - donc des engrais - à bon marché, a amené les agronomes à vouloir appliquer aux cultures vivrières tropicales le système à hautes performances combinant l'usage d'engrais chimiques et de variétés à haut rendement (éventuellement de pesticides) qui avait si bien réussi aux cultures industrielles. Ce fut la **«Révolution verte» (Green Revolution)**, que les agronomes français ont pratiquée comme les autres même s'ils n'ont pas employé le terme...

Il est aujourd'hui de mode d'en critiquer les résultats, bien qu'elle ait eu le mérite d'assurer, par exemple aux Indes, un équilibre global entre production et besoins en céréales.

Il faut surtout se demander si les résultats de la «Révolution verte» pourront s'appliquer à l'ensemble du monde tropical, à une époque où l'Énergie n'a pas fini de renchérir, et où l'usage des engrais azotés devient de plus en plus onéreux.

On peut se demander aussi, s'il ne serait pas dommage de mépriser définitivement les **mécanismes biologiques** de maintien de la fertilité des sols et de restriction partielle des épiphyties⁂, sur lesquels repose le fonctionnement des systèmes traditionnels, et s'il ne vaudrait pas mieux, à l'avenir, essayer de les stimuler que de les remplacer totalement par l'emploi des engrais et des pesticides à haute dose.

Nous aboutirions à une «Agriculture intégrée», qui ne refuserait pas d'une façon sectaire (comme les partisans de l'Agriculture biologique des pays développés) l'usage d'engrais et de pesticides, mais qui s'inspirerait (à l'inverse de la Révolution verte) des enseignements des systèmes agricoles tropicaux traditionnels pour profiter au maximum des bienfaits des «mécanismes biologiques» évoqués ci-dessus.

* Agronomie 1981 - 1 (8) 611-616

⁂ aux «épidémies», sur l'humanité, aux «épizooties», sur les animaux, correspondent les «épiphyties», sur les plantes...

II - LIMITES DE LA PRODUCTIVITÉ DES SYSTÈMES TRADITIONNELS

Distinguons tout d'abord parmi ces systèmes deux types de fonctionnement :

- systèmes à surface cultivée partielle
- systèmes à surface cultivée totale

▪ Dans le premier cas les plantes cultivées n'occupent qu'une partie de la surface agricole potentielle : il y a division du travail entre les parcelles cultivées, où fonctionnent les «mécanismes biologiques de production» (photosynthèse, synthèse des protéïnes, absorption des réserves minérales du sol), et les parcelles de jachère enherbée ou de forêt secondaire, où fonctionnent les mécanismes de restauration de la fertilité : fixation de l'azote, reconstitution du stock de matière organique du sol, remontée des substances minérales des couches profondes du sol par les plantes à racines pivotantes.

De tels systèmes ont existé aussi bien dans les pays tempérés que dans les zones tropicales : on peut rappeler pour les premières l'équilibre paturages - céréales - plantes sarclées, dont l'instigateur fut Olivier de SERRES. Les parcelles «restauratrices» peuvent, soit entrer en rotation avec les parcelles cultivées, soit être le point de départ de transferts directs ou indirects vers celles-ci.

Dans les années 1950 fonctionnait encore en France dans les Pyrénées Atlantiques le système des «Touyas» : parcelles incultes, trop acides et mal drainées, dont la végétation (fougères, bruyères) servait de litière aux animaux, dont le fumier engraissait les champs de maïs et les jardins familiaux. Il y avait dans ce cas transfert direct à partir des «Touyas», indirect à partir des paturages, par l'intermédiaire des excréments animaux.

Dans les pays tropicaux, où la stabulation des animaux - donc la production de fumier - n'est pas chose courante, l'incorporation de matière organique végétale (végétation de la jachère au moment de sa mise en culture, déchets végétaux divers) dans les buttes, fosses ou billons sur lesquels sont cultivés haricots et patates douces en Haïti, Ignames et Malangas aux Antilles françaises représente le support matériel le plus fréquent de l'apport fertilisant des «parcelles restauratrices». Cet apport peut être très important à l'emplacement de la plante cultivée la plus choyée. Il a été évalué à l'équivalent de 60 t/ha de matière végétale demi-sèche pour les buttes d'Igname en Basse-Terre de Guadeloupe, par CLAIRON.

Remarquons que c'est sur le même principe : apports massifs de composts et d'algues marines venant de l'extérieur, par rapport aux parcelles cultivées, que reposent les systèmes de jardinage proposés en Europe par les partisans de l'Agriculture biologique.

▪ Dans le deuxième cas (système à surface cultivée totale), la densité de population par rapport à la surface agricole est devenue telle qu'il n'existe plus de parcelles incultes, et c'est aux plantes cultivées, seules, avec leur microflore d'accompagnement, qu'il appartient de jouer les deux rôles : production et maintien de la fertilité.

Nous en choisirons deux exemples principaux :

- La culture du riz «Bulu» *(Oryza sativa) var javanica à* Java-Ouest*. C'est une variété tardive (160 jours) produisant des panicules de grande taille, récoltées une à une à la main. Les cultures ont lieu dans les rizières en terrasses où l'écoulement de l'eau est soigneusement contrôlé. La fixation de l'azote est assurée par une microflore complexe vivant dans l'eau, le sol et sur les plantes (cyanophycées, *Clostridium Beijerinckia* spp etc...).

Dans ces conditions, des récoltes de l'ordre de 18 q/ha sont obtenues 2 fois par an, grâce à une pluviosité permanente.

- La «triculture» Maïs - Sorgho - Pois Congo⁂ (*Cajanus cajan*) pratiquée en plaine dans la Péninsule du Sud d'Haïti. Dans ce cas, les paysans peuvent compter (si tout va bien !) sur 9 mois pluvieux. Sur la même parcelle, Maïs et Pois Congo sont semés en Mars (30 000 et 3 000 plantes/ha respectivement), le Sorgho en Juin entre les plants de Maïs et de Pois. Le Maïs est récolté début Août, le Sorgho et les Pois à la fin de l'année**.

* D'après une étude réalisée par des élèves du Professeur HALLÉ-USTL Montpellier.

⁂ appelé «Pois de bois» en Guadeloupe

** c'est l'association la plus simple pratiquée dans cette zone. Souvent le Manioc y est ajouté, une deuxième année est consacrée à une jachère sous Manioc : compromis entre les deux types de systèmes.

Les récoltes sont, en cas de pluies «normales» de 20 q de céréales et 3,5 q de pois/ha/an. La fixation de l'azote semble principalement assurée par l'arbuste-légumineuse, qui produit 10 q de folioles sèches faisant retour au sol, soit 30 unités d'azote à libération très lente. On ne doit pas cependant écarter le rôle d'un *Azospirillum* associé aux racines de céréales, surtout chez un sorgho à cycle de 180-200 jours.

Bien qu'ils se rattachent de façon moins stricte aux «systèmes à surface agricole totale», nous joindrons à ces deux exemples trois autres types d'agriculture traditionnelle :

- Les jardins vivriers de la région allant de Petit-Bourg à Sainte-Rose en Guadeloupe, dont ceux qui ont le plan le plus «cartésien» reposent sur une alternance de billons d'Ignames et d'interlignes plantés en Malangas *(Xanthosoma sagittaefolium).* Ces deux plantes principales étant accompagnées de cultures à cycle plus court (haricot, concombre), et entourées de bordures où domine le Pois de bois *(Cajanus cajan),* qui vit deux ou trois ans en Guadeloupe au lieu d'être annuel comme en Haïti. Les premières estimations de rendement à partir de tels jardins, obtenues grâce au recoupement de diverses statistiques seraient de l'ordre de 8 t de tubercules + 2 à 3 t de légumes divers/ha/an, soit environ 2,5 t de matière sèche alimentaire.

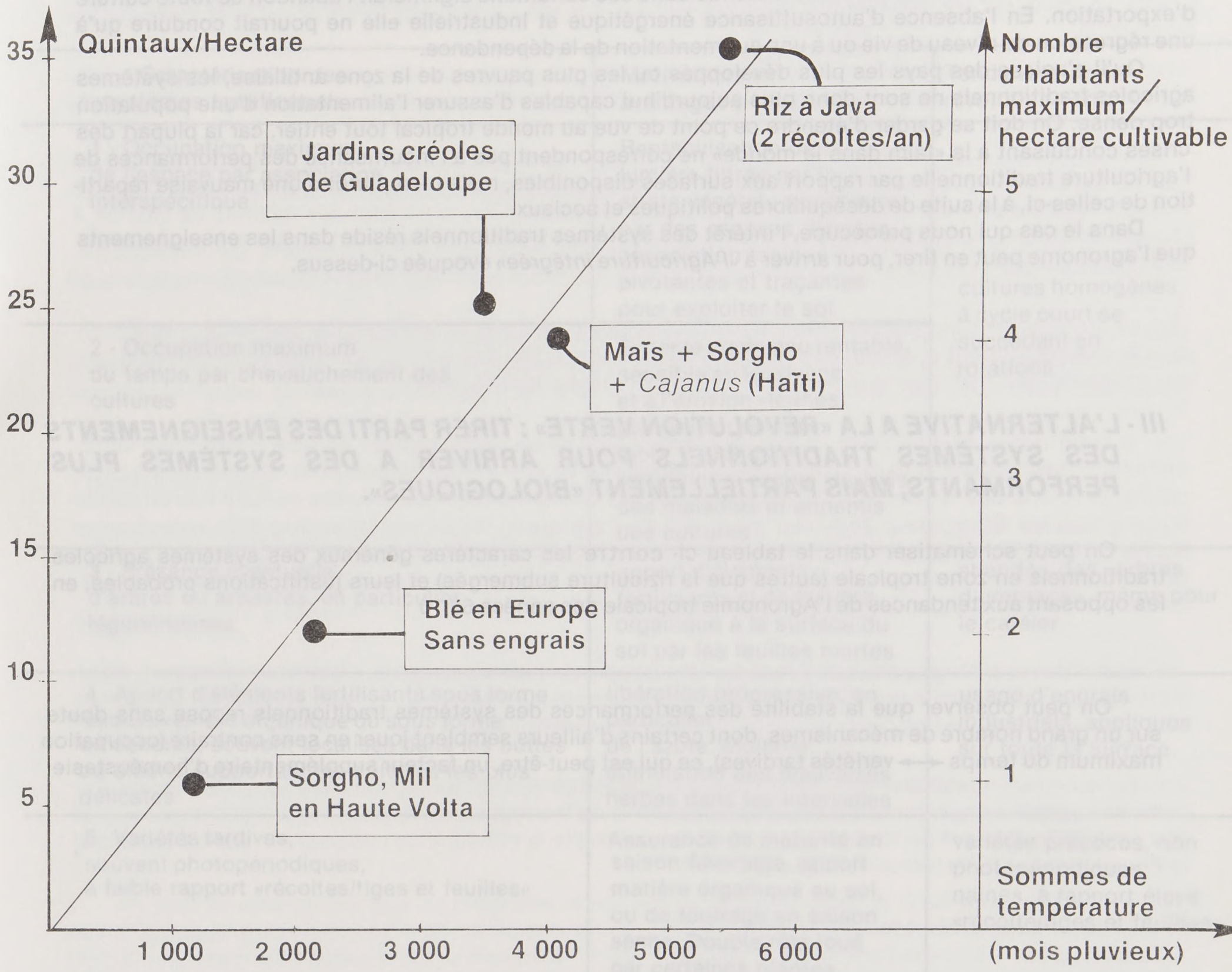
- les rendements en Blé obtenus en Europe avant l'usage des engrais, que l'on pouvait encore apprécier dans les années 50 en Haute Provence sur «Seysette d'Arles» ou «Epeautre» ceux qu'on observe encore sur les «Parcelles Dehérain» à Grignon. Ils sont de l'ordre de 12 q/ha pour 8 mois de végétation.

- le niveau auquel se stabilisent les récoltes de Sorgho ou de Mil en Afrique Sahélienne en troisième ou quatrième culture après défriche*, de l'ordre de 6 qx/ha pour 3 mois pluvieux (ANGLADETTE et DESCHAMPS 1974).

Peut-on tirer de ces cinq exemples une règle générale, reliant les conditions climatiques (nombre de mois de pluie ou de végétation, températures), et le rendement potentiel en matière sèche alimentaire de systèmes fonctionnant de façon plus ou moins stricte en «surface cultivée totale», sans apport d'engrais chimiques ?

Si nous adoptons comme 0° de végétation, 10° C pour le Riz, 14° C pour Igname et Malanga, 12° C pour Sorgho et Mil en Afrique, 11° C pour l'association complexe en Haïti, et 0° C pour le Blé en Europe, et si nous portons en abcisse les sommes de température (5760° C pour Java pour 12 mois, 4050° pour Haïti en 9 mois, 3600° pour la Guadeloupe en 10 mois, 2160° pour le Blé en Europe, 1260° pour les céréales africaines), nous obtenons une régression linéaire assez surprenante : sommes de température/production de matière sèche alimentaire.

* ANGLADETTE et DESCHAMPS - Problèmes et perspectives de l'Agriculture dans les pays tropicaux.



Quelle densité totale de population (rurale + urbaine) de telles récoltes peuvent-elles faire vivre ? Nous supposerons 50 % de la surface occupée par les cultures alimentaires de base, 25 % par les passages, parcours, talus sur lesquels survivent les animaux domestiques ruminants. 25 % par les habitations elles mêmes, les jardins potagers intensifs (bénéficiant de restitutions) et les petits élevages (porcs, volailles, lapins... poissons à Java), l'ensemble étant censé produire quelques surplus pour vendre au marché et acheter tissus, combustible, sel, pétrole pour les lampes, menus, gadgets etc...

Si nous estimons par ailleurs à 2 800 calories (= 800 g de «matière sèche alimentaire») la ration moyenne journalière à fournir par personne, un hectare de «grande culture» devra donc produire 0,8 x 365 x 2 = 582 kgs pour assurer à une personne une nourriture suffisante et une vie décente, ce qui représente à peu près 1 000° de somme de température d'après le graphique.

Le système sahélien sera donc proche de la saturation avec une personne par hectare cultivé, le système européen avec 2 (36 millions de Français pour 18 millions d'hectares cultivés, au siècle dernier...), le système haïtien avec 4, le système javanais avec 6. Les Haïtiens sont déjà plus de 5 habitants par hectare cultivable : il n'y a donc rien d'étonnant à ce que des famines surviennent dès que la pluviosité fait défaut dans telle ou telle région. Java, avec 10 habitants par hectare cultivable, doit importer du riz en échange de pétrole.

Si nous appliquons le même raisonnement à la Guadeloupe, c'est 75 000 ha qui seraient nécessaires pour nourrir une population de 300 000 habitants avec les techniques de l'agriculture traditionnelle. La «S.A.U.» des statistiques actuelles est évaluée à 60 000 ha, mais elles comportent aussi 20 000 ha de «friches».

Une «autosuffisance alimentaire» obtenue dans ces conditions signifierait l'abandon de toute culture d'exportation. En l'absence d'autosuffisance énergétique et industrielle elle ne pourrait conduire qu'à une régression du niveau de vie ou à une augmentation de la dépendance.

Qu'il s'agisse des pays les plus développés ou les plus pauvres de la zone antillaise, les systèmes agricoles traditionnels ne sont donc plus aujourd'hui capables d'assurer l'alimentation d'une population trop dense. On doit se garder d'étendre ce point de vue au monde tropical tout entier, car la plupart des crises conduisant à la «faim dans le monde» ne correspondent pas à l'insuffisance des performances de l'agriculture traditionnelle par rapport aux surfaces disponibles, mais bien plutôt à une mauvaise répartition de celles-ci, à la suite de déséquilibres politiques et sociaux.

Dans le cas qui nous préoccupe, l'intérêt des systèmes traditionnels réside dans les enseignements que l'agronome peut en tirer, pour arriver à «*l'Agriculture intégrée*» évoquée ci-dessus.

III - L'ALTERNATIVE A LA «RÉVOLUTION VERTE» : TIRER PARTI DES ENSEIGNEMENTS DES SYSTÈMES TRADITIONNELS POUR ARRIVER A DES SYSTÈMES PLUS PERFORMANTS, MAIS PARTIELLEMENT «BIOLOGIQUES».

On peut schématiser dans le tableau ci- contre les caractères généraux des systèmes agricoles traditionnels en zone tropicale (autres que la riziculture submergée) et leurs justifications probables, en les opposant aux tendances de l'Agronomie tropicale des années 60-70

On peut observer que la stabilité des performances des systèmes traditionnels repose sans doute sur un grand nombre de mécanismes, dont certains d'ailleurs semblent jouer en sens contraire (occupation maximum du temps ⟷ variétés tardives), ce qui est peut-être, un facteur supplémentaire d'homéostasie.

Caractérisation des systèmes traditionnels	Motivations et avantages probables	Tendances de la révolution verte
1 - Occupation maximum de l'espace par association interspécifique	Rentabilisation de la lumière filtrée par la strate végétale supérieure par des espèces d'ombre, association racines pivotantes et traçantes pour exploiter le sol	cultures homogènes à cycle court se succédant en rotations
2 - Occupation maximum du temps par chevauchement des cultures	Éviter le stade peu rentable, sensible au lessivage et à l'érosion «jeunes plantes sur sol nu» (pour 1 et 2, effet «multiline*» stable vis-à-vis des maladies et ennemis des cultures	
3 - Présence éventuelle d'arbres ou arbustes, en particulier légumineuses	apport d'éléments fertilisants et de matière organique à la surface du sol par les feuilles mortes	abandon des «arbres d'ombrage», même pour le caféier
4 - Apport d'éléments fertilisants sous forme exclusivement organique ou sous forme de cendres, souvent localisés dans les buttes ou billons supportant les cultures les plus délicates	libération progressive, en particulier de l'azote. Moindre stimulation des mauvaises herbes dans les intervalles	usage d'engrais industriels, appliqués sur toute la surface.
5 - Variétés tardives, souvent photopériodiques, à faible rapport «récoltes/tiges et feuilles»	Assurance de maturité en saison favorable, apport matière organique au sol, ou de fourrage en saison sèche. Double rôle joué par certaines plantes : - **mainteneuses de la fertilité** *(Rhizobium, Azospirillum)* pendant le stade végétatif - **productrices,** à partir de la floraison	variétés précoces, non photopériodiques, naines, à rapport élevé «récolte/tiges et feuilles»
6 - Hétérogénéité intraspécifique	Assurance de régularité de récolte, effet «multiline*» vis-à-vis des maladies	variétés homogènes pour la morphologie et la précocité, même si ce sont des «multilines» pour les gènes de résistance

* Le système des «mutilines» proposé par BORLAUG, repose sur l'idée que, dans une culture homogène, un germe infectieux produit par une feuille malade a toutes chances d'atterrir sur une feuille sensible voisine. Au contraire, dans une culture hétérogène, que ce soit à l'échelon intraspécifique (le «multiline» de BORLAUG), ou à plus forte raison interspécifique, ces chances sont diminuées, et l'épiphytie ralentit de ce fait.

Tous ces mécanismes ne sont pas bien connus : il en est peut-être encore que nous ignorons, et l'ordre de grandeur de certains autres n'est pas encore bien connu (*Azospirillum** mycorhizes endotrophes**).

Il est probable par ailleurs qu'aucun d'entre eux, dans la pratique des systèmes agricoles traditionnels, ne fonctionne à son niveau d'efficacité maximum.

- En ce qui concerne les éléments fertilisants, en particulier dans les sols ferrallitiques, le recyclage de matière végétale produite sur place ou de parcelles voisines, même s'il inclut des déchets de plantes à racines profondes ne suffira pas à corriger des carences en éléments majeurs (phosphore) ou en oligo-éléments (mobybdène).

- En ce qui concerne les variétés végétales l'hétérogénéité inter et intraspécifique, par l'effet «multiline» qu'elle assure, permet à des individus soit rustiques, mais peu productifs, soit productifs et sensibles aux maladies, soit même sans aucun intérêt, de survivre dans les mélanges.

A court terme, et d'un point de vue strictement technique, les méthodes de type «Révolution verte» semblent susceptibles, à partir d'un travail de recherche de faible durée (5 ans, pour des espèces à cycle court), de fournir des récoltes bien supérieures à celles des systèmes traditionnels, de 5 à 6 fois en conditions tempérées (60 quintaux de blé au lieu de 10), de 2 à 4 fois en conditions tropicales (60 quintaux de riz au lieu de 20 ou 30, 40 t d'Ignames au lieu de 10) - ce qui laisse soupçonner, sous les tropiques, une meilleure efficacité des mécanismes biologiques conduisant aux rendements des systèmes traditionnels, puisque le bénéfice de l'intensification est potentiellement moins élevé.

Mais l'heure des illusions est passée : l'investissement en capacité de production d'engrais et en formation professionnelle que nécessiterait l'application de la «Révolution verte» à l'ensemble du monde tropical n'est pas réalisable dans les conditions politiques actuelles.

Par ailleurs on peut émettre des doutes sur la stabilité écologique du nouveau système : effets sur l'environnement comparables à ceux qu'on déplore dans les régions tempérées, vulnérabilité génétique des variétés hautement performantes, avec comme exemple la difficulté de concilier résistance durable à la Piriculariose et forte fumure azotée chez le Riz.

En Guadeloupe même nous assistons :

- à une baisse des rendements de la Canne à sucre malgré l'usage d'engrais, d'herbicides, et de variétés «modernes»

- Sur Aubergine à des accidents parasitaires liés au sol (moins graves assurément qu'en Martinique)
- à une réussite parfois très bonne, mais souvent aussi à des déceptions chez les planteurs d'Ignames qui ont spontanément réalisé leur «Révolution verte» : abandon de la matière organique en localisation dans les billons, usage d'engrais chimiques, resserrement des intervalles avec abandon des cultures intercalaires, usage d'herbicides de contact sur ces interlignes.

- obligation du recours à la jachère, du fait de phénomènes de «fatigue du sol», chez les maraîchers intensifs sous irrigation.

Bien que les causes de ces déceptions n'aient pas encore été analysées dans le détail on peut soupçonner dès aujourd'hui comme facteurs principaux :

* Cette bactérie, fixatrice d'azote associée aux racines de graminées, a soulevé un grand enthousiasme dans les années 70, puis a déçu les agronomes des pays tempérés et ceux de la «Révolution verte» ; mais sur un sorgho tardif (180 jours) une fixation de 3 kgs d'azote/ha/mois ne serait pas négligeable. Une des souches les plus actives d'*Azospirillum* a été isolée par N. AMARGER à partir de racines de Maïs provenait de MADIAN (Haïti).

** Champignons microscopiques associés aux racines, qui leur permettent de mieux exploiter les phosphates insolubles du sol. Le Manioc, le Soja, par exemple en sont souvent pourvus.

- Lessivage du sol par les pluies lorsque la couverture végétale est insuffisante (jeune plante en culture homogène, intervalles entre cultures, jeunes cannes après brûlage).

- Gravité des attaques de maladies à propagation aérienne dans le cas de cultures homogènes de plantes sensibles.

- Accumulation de germes parasites dans le sol (bactéries, champignons, nématodes) par succession ou répétition de cultures homogènes de plantes sensibles.

- Aggravation des phénomènes de toxicité en sol ferrallitique par non renouvellement du stock d'humus, faute d'apport de matière organique (usage exclusif d'engrais chimiques, brûlage des feuilles de canne).

Il est donc temps pour les agronomes techniciens (stimulés par les observations des agro-ethnologues) de tirer les leçons de systèmes traditionnels, pour conserver leurs meilleures caractéristiques en aboutissant à des systèmes nouveaux, mais plus économes et plus stables que ceux de la Révolution verte.

Il faudrait pour cela :

- approfondir l'étude des mécanismes biologiques de maintien de la fertilité en évaluant mieux les restitutions au sol par les tiges et feuilles des végétaux annuels, les feuilles des arbres et arbustes, et en éclaircissant le rôle des mécanismes de fixation de l'azote et d'exploitation des réserves du sol et du sous-sol autres que les systèmes *Rhizobium* - légumineuses (autres fixateurs d'azote, mycorhizes)

- préciser les facteurs limitants qui empêchent ces mécanismes, dans tel ou tel cas, de jouer au maximum (pH, teneur en matière organique du sol, carences en éléments mineurs ou toxicités, carences majeures en acide phosphorique, potasse, chaux ou magnésie)

- définir des associations ou rotations simplifiées dont les partenaires seront soumis à l'Amélioration des Plantes, soit pour leur rôle producteur de récolte, soit pour leur rôle mainteneur de la fertilité, soit pour les deux à la fois.

On peut en effet penser que les méthodes (d'une efficacité redoutable) de la Sélection végétale pourraient être appliquées à des objectifs différents de celui jusqu'ici proposé : «obtenir des variétés supportant et valorisant des doses élevées d'engrais». Il est probable que ces méthodes pourraient répondre à d'autres objectifs : sélectionner des variétés «productrices», mais à large adaptabilité, se classant en tête aussi bien en conditions de fertilité moyenne que sur sols très pauvres, et d'un niveau élevé de tolérance vis-à-vis d'accidents climatiques ou parasitaires. On peut aussi imaginer des variétés «mixtes», à la fois productrices, et mainteneuses de la fertilité : au lieu d'avoir comme objectif unique de transformer le Pois de bois en une plante annuelle à cycle court, on pourrait le sélectionner à la fois comme producteur de pois et de folioles... On peut enfin repérer et sélectionner des plantes qui seraient uniquement mainteneuses de la fertilité : légumineuses rampantes formant «mulch», arbustes uniquement producteurs de folioles (*Leucaena, Sesbania :* orientation préconisée aux Philippines, et au Nigéria par l'IITA)

définir une politique générale minimisant les «fuites» du système en éléments fertilisants : meilleure valorisation des déchets végétaux (agricoles ou industriels), animaux ou humains (après épuration) mais ne refusant pas les apports d'acide phosphorique, potasse, chaux, magnésie (ou même azote...) pouvant débloquer l'efficacité du système.

Cet objectif n'est pas utopique. Dans un cas simple permettant l'expérimentation à petite échelle (haricots en mélange de couleurs, mais en culture pure, alternant avec une jachère sur sol calcaire en altitude), les coopérants français en Haïti ont pu faire passer les récoltes en grains secs de 5 à 15 q/ha par l'adoption d'une lignée de haricot extraite de la population locale, plus résistante que la moyenne aux maladies foliaires, et d'une fumure modeste (0 - 40 - 40) réalisée avec cendre de bois et superphosphate.

En Guadeloupe même, en dehors du cas de la Canne, trop complexe pour être détaillé ici, on peut envisager trois orientations intéressantes :

1°) Un **jardin maraîcher intensif** (60 t de légumes/ha/an) fonctionnant sous irrigation, de façon permanente, et maîtrisant les problèmes de «fatigue du sol» par une politique associant :

- Une succession rationnelle de plantes maraîchères faisant alterner divers types de résistance aux micro-organismes et nématodes pathogènes du sol

- des amendements organiques tirés soit du jardin lui-même (déchets végétaux et engrais verts graminés) soit de son voisinage (compost d'herbe), soit de déchets industriels (bagasse, écumes, boues de station d'épuration diversement associées et compostées)

- des engrais et amendements minéraux utilisés de façon économe et rationnelle, corrigeant les défauts du sol (acidité, toxicités) au lieu de les accentuer.

2°) Une **réhabilitation de la culture de l'Aubergine,** reposant sur les mêmes principes, au lieu de tout exiger de la résistance variétale, qui, étant donné le temps nécessaire aux générations de sélection, n'a plus les moyens de suivre, en accroissant son niveau, l'état de dégradation phytosanitaire des sols*.

3°) Mettre au point des systèmes, plus proches que les deux précédents du **«jardin créole»** traditionnel, plus économes en fertilisation azotée, et permettant, grâce à des associations-successions de plantes à tubercules, de légumineuses à la fois rustiques et productrices, et de plantes maraîchères à cycle court, de porter le rendement en tubercules + grains frais de légumineuses + légumes divers, à un niveau de 20 t/ha/an.

Bien entendu, les idées émises dans ce texte, émanant d'une seule personne, ne prétendent pas à autre chose que servir de base - sans doute critiquable - de discussion pour les chercheurs, techniciens et leaders agricoles intéressés par le «Jardin créole» et la façon dont il est souhaitable de le voir évoluer.

* Surtout lorsqu'on est obligé, comme aujourd'hui, de faire appel à des croisements interspécifiques pour trouver de nouvelles sources de résistance...

Quelques exemples de systèmes de culture traditionnels en zone antillaise

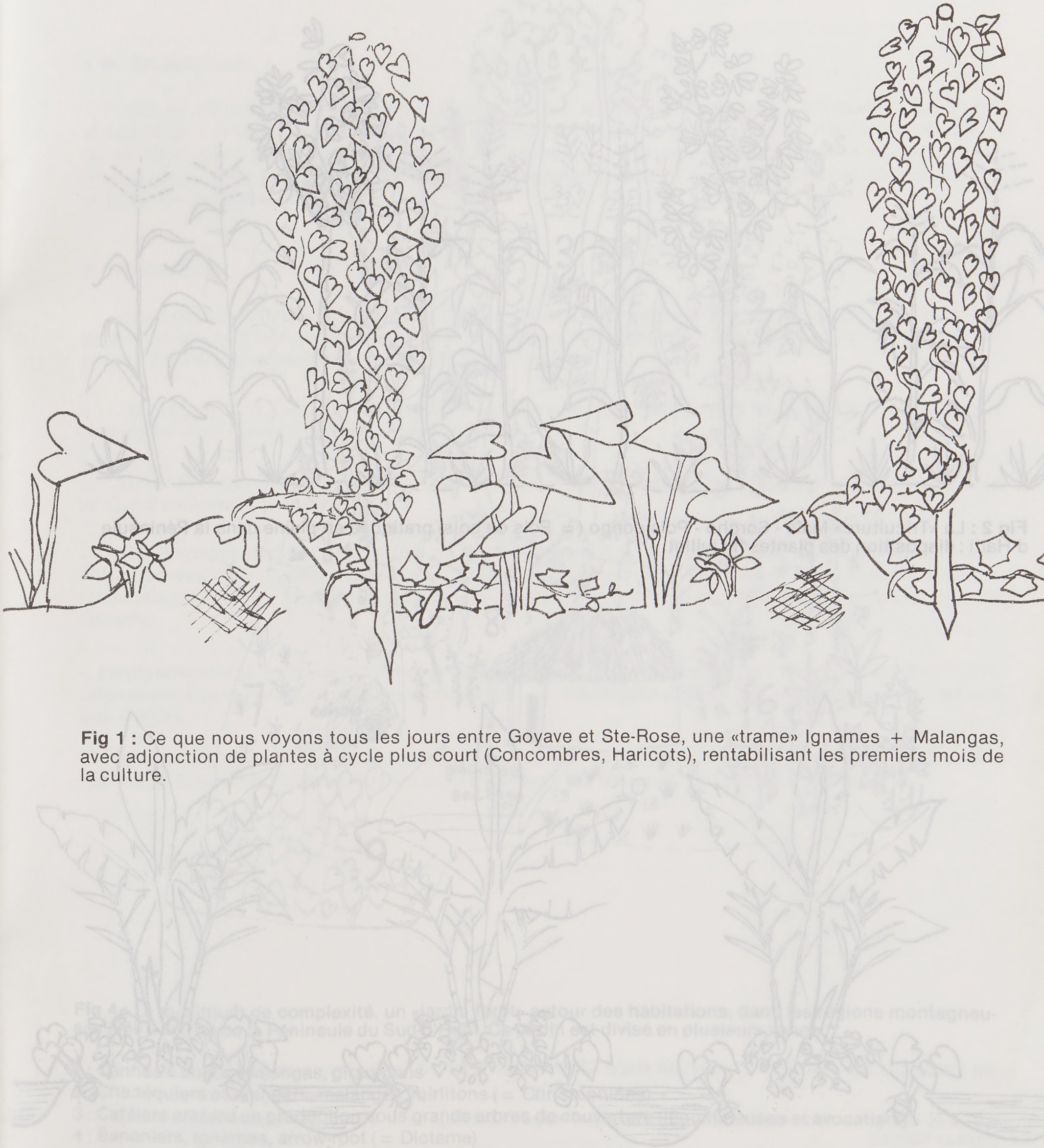


Fig 1 : Ce que nous voyons tous les jours entre Goyave et Ste-Rose, une «trame» Ignames + Malangas, avec adjonction de plantes à cycle plus court (Concombres, Haricots), rentabilisant les premiers mois de la culture.

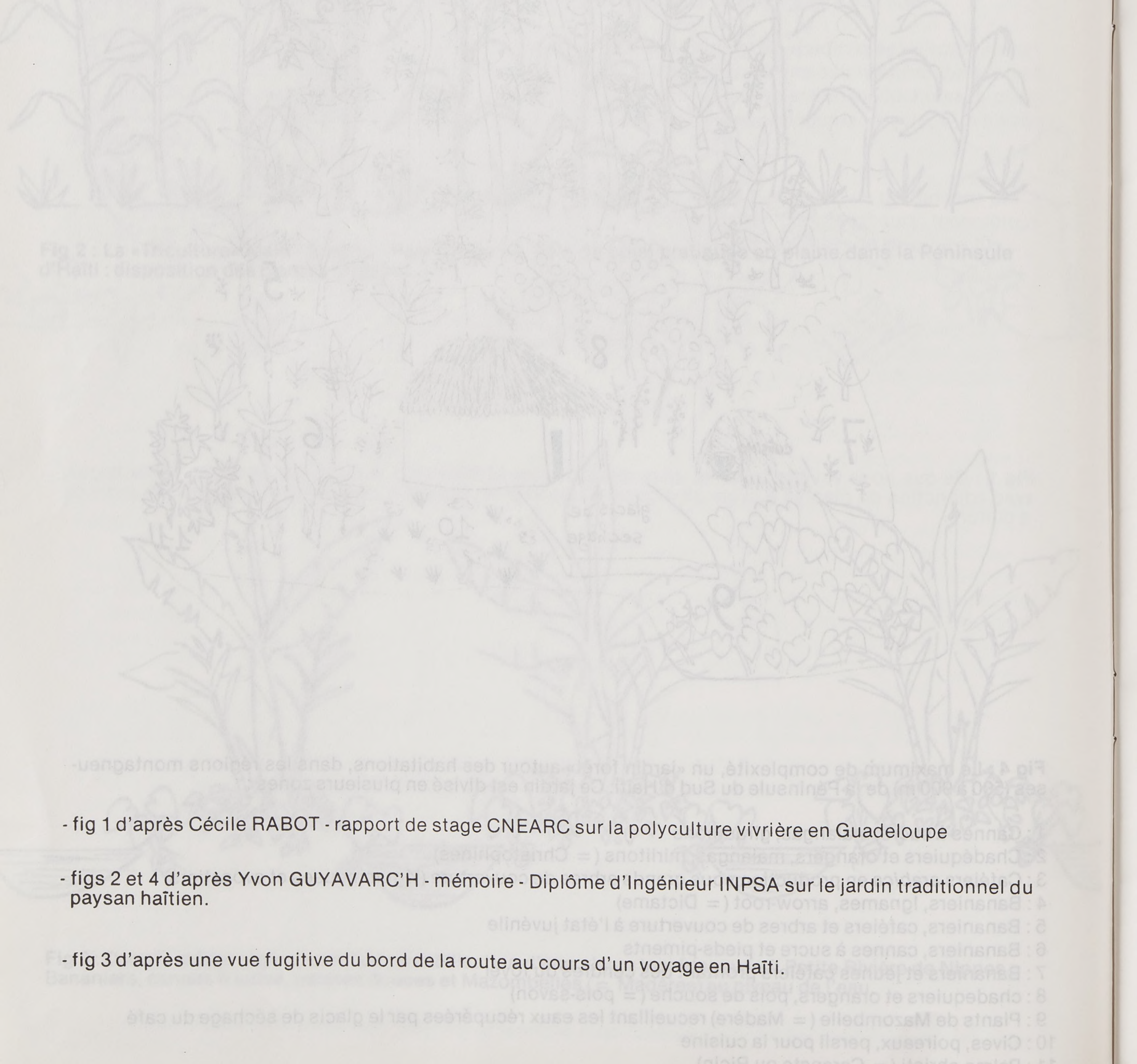
Fig 2 : La «Triculture» Maïs - Sorgho - Pois congo (= Pois de bois) pratiquée en plaine dans la Péninsule d'Haïti : disposition des plantes fin juillet.

Fig 3 : Dans la même région, essai de rentabilisation d'une plaine marécageuse à Petite Rivière de Nippes : Bananiers, cannes à sucre, patates douces et Mazombelles (= Madères) au niveau de l'eau.

Fig 4 : Le maximum de complexité, un «jardin forêt» autour des habitations, dans les régions montagneuses (500 à 900 m) de la Péninsule du Sud d'Haïti. Ce jardin est divisé en plusieurs zones :

1 : Cannes à sucre, malangas, giraumons
2 : Chadéquiers et orangers, malangas, mirlitons (= Christophines)
3 : Caféiers *arabica* en production sous grands arbres de couverture (légumineuses et avocatiers)
4 : Bananiers, Ignames, arrow-root (= Dictame)
5 : Bananiers, caféiers et arbres de couverture à l'état juvénile
6 : Bananiers, cannes à sucre et pieds-piments
7 : Bananiers et jeunes caféiers profitant des cendres du foyer
8 : chadequiers et orangers, pois de souche (= pois-savon)
9 : Plants de Mazombelle (= Madère) recueillant les eaux récupérées par le glacis de séchage du café
10 : Cives, poireaux, persil pour la cuisine
11 : Palma-christi (= Carapate ou Ricin)

On n'aurait sans doute pas de peine à retrouver trace de jardins analogues en Côtes sous le Vent de Guadeloupe. Les paysans javanais ont eux aussi de tels jardins autour de leurs habitations, mais l'assortiment en arbres (légumineuses, fruitiers) et plantes annuelles (espèces, variétés) est différent.



- fig 1 d'après Cécile RABOT - rapport de stage CNEARC sur la polyculture vivrière en Guadeloupe

- figs 2 et 4 d'après Yvon GUYAVARC'H - mémoire - Diplôme d'Ingénieur INPSA sur le jardin traditionnel du paysan haïtien.

- fig 3 d'après une vue fugitive du bord de la route au cours d'un voyage en Haïti.

Impressions de voyage en Martinique : la culture de l'Aubergine va-t-elle disparaître définitivement de ce pays ?

1. INTRODUCTION

Afin de vérifier les nouvelles alarmantes reçues sur la situation des cultures d'Aubergine, un groupe composé de C.M MESSIAEN (directeur de la Station d'Amélioration des Plantes de l'INRA en Guadeloupe), G. JACQUA (phytopathologiste) et M CLAIRON (agronome) s'est rendu en Martinique le 24 Janvier 1983, et a pu visiter trois propriétés situées à St-Joseph (habitation Choisy) à Ste Marie (habitation CONCORDE) et au Lorrain (habitation CATALA)

2. HISTORIQUE

Nous devons revenir un peu en arrière pour essayer de comprendre les difficultés dont souffre l'Aubergine chez ces planteurs, représentant une proportion importante de ceux, très peu nombreux, qui ont entrepris cette culture en Martinique en 1982-83.

Les débuts de la culture de l'Aubergine en Martinique ont eu lieu plus tôt qu'en Guadeloupe, sous l'impulsion vigoureuse de Mr DUVERGER (IRAT), en 1969-70.

La culture de la variété américaine *Florida Market* faisait apparaître dès le début les principaux écueils auxquels on devait se heurter :

- **le flétrissement bactérien,** conduisant à la mort des plantes, provoqué par la bactérie *Pseudomonas solanacearum.* Ce microorganisme se conserve dans le sol, se multiplie sur les racines de Solanées, même résistantes, et semble également se conserver fort bien, quoique de façon discrète, sur les racines de Bananier.

- **l'anthracnose des fruits,** provoquée par *Colletotrichum glocosporioides* f.sp. *melongenae,* dont l'hôte originel est *Solanum torvum* («Bellangère batarde», ou «Mélongère diable»), arbuste épineux très fréquent aux Antilles.

La suite de l'histoire a été une recherche permanente de variétés ou, mieux encore, d'«hybrides F1*» réunissant forte productivité, tolérance au flétrissement bactérien, et résistance à l'Anthracnose.

* Les graines «hybrides F1» sont obtenues par fécondation nouvelle de fleurs castrées d'une variété par le pollen d'une autre. L'opération doit être reprise chaque année, car le semis de la génération suivante donnerait des résultats totalement irréguliers.

«Ceylan»

. haut niveau de tolérance au Fl. bactérien
. sensible à l'Anthracnose
. petit fruit mauve clair

«Florida Market»

. sensible aux maladies
. beau fruit noir pyriforme

Hybride F1 IRAT

. tolérance satisfaisante au flétrissement bactérien
. sensible à l'Anthracnose
. fruits de forme acceptable, mais de coloration laissant à désirer

A l'INRA, recherche de géniteurs de résistance à l'Anthracnose.
Mise en évidence chez «Zebrina», et chez la population «Aranguez» (repérée à Trinidad) d'un gène dominant de résistance à l'Anthracnose.
Choix d'une lignée issue d'«Aranguez»

générations de sélection pour la tolérance au F.B. et la beauté du fruit, réalisées à l'IRAT. Martinique

«Madinina»
lignée pure associant :

. tolérance au flétrissement bactérien
. beauté du fruit
mais sensible à l'Anthracnose et moins productive que l'hybride F1.

«Aranguez»

lignée pure associant :

. faible tolérance au flétrissement bactérien, cependant plus élevée que celle de Fl. Market
. résistance à l'Anthracnose
. très beau fruit cylindrique très bien coloré

hybride F1 «Kalenda»

. tolérance moyenne au flétrissement bactérien
. résistance à l'anthracnose
. productivité et beauté du fruit

Le tableau ci-contre résume le cheminement suivi par l'IRAT, d'abord, puis l'IRAT et l'INRA, jusqu'à l'obtention de «KALENDA», hybride F1 très vigoureux, produisant de beaux fruits, résistant à l'Anthracnose «race commune» et moyennement tolérant au flétrissement bactérien.

Cette obtention était réalisée à la fin d'une période faste pour la Recherche agronomique aux Antilles françaises : présence à l'IRAT-Martinique de plusieurs ingénieurs, présence à l'INRA-Guadeloupe de deux chercheurs en sélection maraîchère et d'un chercheur bactériologiste. Le développement de la culture de «Kalenda» eut lieu dans les années 74-78 dans les deux îles.

Dès 73 cependant, des observations réalisées à l'INRA (domaine Duclos) sur les parcelles ayant subi le plus de cultures successives de Solanées montraient que la résistance de «Kalenda» au flétrissement bactérien n'était pas absolue, et d'un niveau sans doute inférieur à celle de l'«hybride F1 IRAT»*.

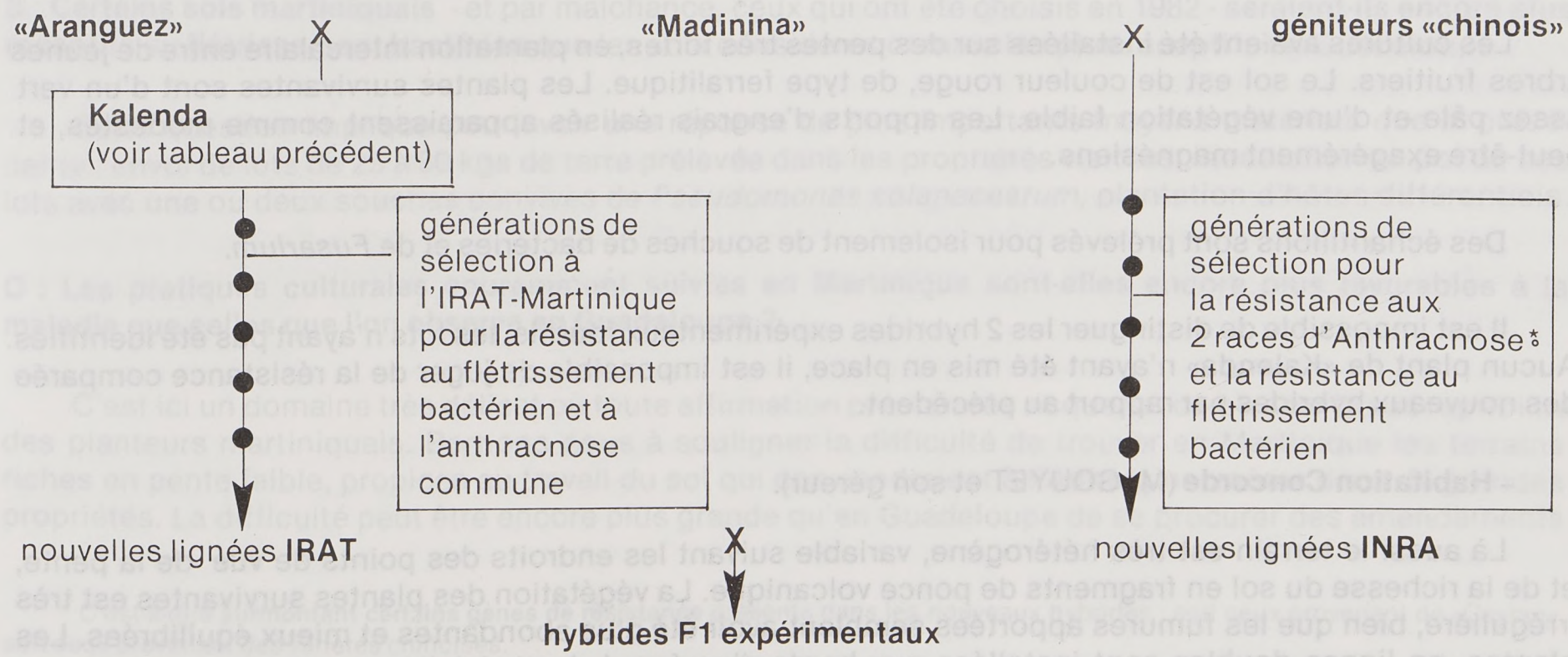
On observait par ailleurs la même année la présence d'un *Fusarium solani* à périthèces rouges au pied de plantes dépérissantes «d'Aranguez» cultivées en Guadeloupe par un membre de la SICAF.

Il était donc certain que le travail de sélection devait se poursuivre : mais bientôt les équipes se trouvaient réduites : un seul ingénieur à l'IRAT Martinique, un seul chercheur en sélection maraîchère, et aucun bactériologiste à l'INRA en Guadeloupe.

A ce moment apparaissait une nouvelle menace : celle d'une «race 2» d'Anthracnose, capable d'attaquer les fruits d'«Aranguez», présente, paraît-il, à Trinidad, et se manifestant sporadiquement en Guadeloupe. Les efforts de l'INRA se concentrèrent donc sur la recherche de géniteurs de résistance à la nouvelle race d'Anthracnose. Ils furent trouvés grâce à E. POCHARD (qui sélectionne l'Aubergine en France à l'INRA-Montfarret) parmi des variétés d'origine chinoise, présentant aussi dans les parcelles de l'INRA-Guadeloupe une tolérance acceptable au flétrissement bactérien, avec des fruits assez minces, et pointus à l'extrémité.

De leur côté, à la station de Pathologie végétale de l'INRA, J. FOURNET, A. TORIBIO et G. JACQUA, mycologues, étudiaient le *Fusarium solani* et montraient que ce champignon était capable d'attaquer le collet de jeunes plantes d'Aubergine à condition que le sol soit saturé d'eau.

Enfin, dans des conditions précaires (un seul chercheur de chaque côté, sans encadrement bactériologique), l'IRAT et l'INRA reprenaient des opérations de sélection devant amener à de nouveaux hybrides plus résistants que «KALENDA» aux maladies provenant du sol, résistant également aux deux races d'anthracnose, suivant le schéma ci-dessous :



* On peut donc supposer que tous les gènes de résistance de «Ceylan» n'avaient pas pu être conservés au cours de la sélection de «Madinina».

* Cette sélection pour la résistance aux 2 races d'Anthracnose n'a malheureusement pas pu être poursuivie jusqu'aux dernières générations de sélection. La «race 2» expérimentalement peu agressive, difficile à conserver en culture *in vitro* a également disparu dans la nature.

Les «hybrides F1 expérimentaux» entre lignées n'ayant pas encore assez de générations d'autofécondation pour être considérées comme totalement «fixées», ont été observés à l'INRA-Guadeloupe pendant la campagne 81-82. Leur tolérance vis-à-vis des maladies provenant du sol a été meilleure, dans les parcelles les plus «fatiguées» du domaine Duclos que celle de «Kalenda», et leur productivité supérieure.

Entre temps, de 1977 à 1981 en Guadeloupe, et encore plus gravement en Martinique, les accidents dûs au «complexe Flétrissement bactérien + *Fusarium*» devenaient de plus en plus fréquents, ainsi que les plaintes des planteurs vis-à-vis des Instituts de recherches, aboutissant à une lettre du D.D.A de la Martinique au directeur de l'INRA à Paris (1981) demandant une relance des recherches sur l'Aubergine.

Pour parer au plus pressé, et certainement pas de gaité de cœur (aucun sélectionneur n'aime «lacher dans la nature» un génotype insuffisemment fixé et expérimenté), la décision fut prise, avec la SICAF-Guadeloupe de réaliser les plantations 1982 avec 25 % de semences des «hybrides expérimentaux» et 75 % de semences de «Kalenda».

Se basant sur des lettres écrites par l'INRA à la SICAF, les planteurs martiniquais ont souhaité bénéficier de semences des hybrides expérimentaux et ont réalisé **toutes leurs plantations 82** avec ces nouvelles semences. Quelle aurait été leur réaction si l'INRA et l'IRAT leur avaient refusé la possibilité de tenter cette aventure ?

3. SITUATION DES CULTURES EN 1983

Il est actuellement trop tôt pour juger, en Guadeloupe, où la culture de l'Aubergine est répartie entre 81 planteurs, du comportement respectif de «KALENDA» et des hybrides expérimentaux. Une tournée de plusieurs jours sera réalisée en Février, et suivie de discussions approfondies avec les techniciens du Service d'Agronomie (Mr BACHOU) et de la SICAF. Aucune récrimination contre les nouveaux hybrides n'a été formulée à ce jour à l'INRA par la SICAF. L'opinion provisoire de Mr BACHOU est «qu'ils tiennent le coup pour le moment et qu'il faut apprendre à s'en servir».

En Martinique par contre, la déception est semble-t-il, amère. Sur 28 ha plantés avec les hybrides expérimentaux, 17 ont déjà disparu, et 11 comportent des mortalités de plantes, éparpillées ou par zones. Les plantes survivantes sont accusées de produire des fruits décolorées et invendables.

Les observations réalisées sur place ont été les suivantes :

- **Habitation Choisy** (Mr de VOUVES)

Les cultures avaient été installées sur des pentes très fortes, en plantation intercalaire entre de jeunes arbres fruitiers. Le sol est de couleur rouge, de type ferralitique. Les plantes survivantes sont d'un vert assez pâle et d'une végétation faible. Les apports d'engrais réalisés apparaissent comme modestes, et peut-être exagérément magnésiens.

Des échantillons sont prélevés pour isolement de souches de bactéries et de *Fusarium.*

Il est impossible de distinguer les 2 hybrides expérimentaux fournis, les lots n'ayant pas été identifiés. Aucun plant de «Kalenda» n'ayant été mis en place, il est impossible de juger de la résistance comparée des nouveaux hybrides par rapport au précédent.

- **Habitation Concorde** (Mr GOUYET et son géreur).

Là aussi le terrain est très hétérogène, variable suivant les endroits des points de vue de la pente, et de la richesse du sol en fragments de ponce volcanique. La végétation des plantes survivantes est très irrégulière, bien que les fumures apportées semblent avoir été plus abondantes et mieux équilibrées. Les plantes, en lignes doubles sont installées aux bords d'un fossé destiné à l'évacuation des eaux, sans doute approfondi par les fortes pluies de fin Décembre.

Les aubergines, là aussi avaient pour but de rentabiliser de jeunes plantations fruitières. Aucun témoin «Kalenda» ne permettait de juger du comportement des nouveaux hybrides.
Des échantillons ont été prélevés.

– **Habitation Catala** (Mr de Meillac)

Le sol apparaissait dans cette plantation de bien meilleure qualité que dans les précédentes, la végétation des plantes très belle, du moins pour les survivantes, car une mortalité évaluable à 20-25 % sévissait soit de façon sporadique, soit par zones d'une centaine de m2. Des échantillons ont été prélevés.

Contrairement aux deux propriétés précédentes, Mr de Meillac ne s'est pas plaint de façon aussi accentuée du problème de la qualité des fruits. Dans les trois cas, la culture de l'Aubergine avait succédé à une plantation de Bananiers.

4. LEÇONS A TIRER POUR L'AVENIR

L'évolution actuelle des expéditions d'Aubergines à partir de la Guadeloupe semble indiquer que les planteurs rempliront les objectifs qu'ils s'étaient fixés. Il n'en sera pas de même en Martinique. On peut déplorer que dans cette île, les plantations 82-83 aient été installées dans des conditions qui rendent plus difficile pour les chercheurs d'éclaircir les causes d'échec : terrain très hétérogène dans 2 cas sur 3, absence de lignes-témoins de l'hybride Kalenda, difficulté d'identifier les lots des nouveaux hybrides...

Plusieurs hypothèses ont été imaginées pour expliquer cette différence. On peut se poser les questions suivantes :

A : Y aurait-il en Martinique des souches de **bactéries plus virulentes*, ou plus agressives**** que la moyenne des souches présentes dans les stations expérimentales (Domaine Duclos de l'INRA en Guadeloupe, domaine de l'IRAT au Lareinty en Martinique) ?

Cette hypothèse va pouvoir être testée grâce aux souches isolées par MMrs PRIOR et BÉRAMIS à partir des échantillons ramenés de Martinique, qui seront inoculées à une collections d'hôtes différentiels constituée par un témoin sensible, des variétés moyennement résistantes (Aranguez, Kalenda) et le géniteur des programmes passés ou à venir (Ceylan, les géniteurs d'origine chinoise, *Solanum integrifolium*),* en prenant bien entendu toutes les précautions nécessaires pour éviter une «escapade» des souches martiniquaises.

B : Certains sols martiniquais - et par malchance, ceux qui ont été choisis en 1982 - **seraient-ils encore plus réceptifs au flétrissement bactérien** que les sols considérés comme les plus réceptifs en Guadeloupe ?

Cette question implique pour avoir une réponse de plus importants moyens matériels que la précédente : envoi de lots de 25 à 50 kgs de terre prélevée dans les propriétés visitées, inoculation en pot de ces lots avec une ou deux souches convives de *Pseudomonas solanacearum,* plantation d'hôtes différentiels.

C : Les pratiques culturales couramment suivies en Martinique sont-elles encore plus favorables à la maladie que celles que l'on observe en Guadeloupe ?

C'est ici un domaine très délicat où toute affirmation prématurée risquerait de blesser la susceptibilité des planteurs martiniquais. Bornons nous à souligner la difficulté de trouver en Martinique les terrains riches en pente faible, propices au travail du sol qui conviendraient à l'Aubergine, même dans de grandes propriétés. La difficulté peut être encore plus grande qu'en Guadeloupe de se procurer des amendements

* C'est-à-dire **surmontant certains gènes de résistance** présents dans les nouveaux hybrides : soit ceux provenant de «Ceylan», soit ceux provenant des variétés chinoises.

** C'est-à-dire provoquant des **dégats plus graves sur l'ensemble des variétés,** et en particulier sur les géniteurs de résistance.

* Cette espèce cultivée en Afrique, est voisine de l'Aubergine et hybridable avec celle-ci, mais très difficilement. Elle comprend des variétés très résistantes au flétrissement bactérien, comme la souche «Iizuka» utilisée autrefois en Guadeloupe par A. BEYRIES comme porte-greffe de la Tomate et le l'Aubergine. Les hybridations et recroisements avec l'Aubergine ont été mis en train en Guadeloupe par Y. HEBERT début 1982.

organiques. Le fait que la culture de l'Aubergine soit plutôt considérée comme intercalaire dans le temps (entre deux plantations de Bananiers, précédent défavorable) ou dans l'espace (entre de jeunes arbres fruitiers), que comme un but en soi, est-il un facteur de réussite ?

D : Existe-t-il d'autres causes de mortalité, inconnues et aussi graves que le flétrissement bactérien ?

Le *Fusarium solani,* bien sûr, mais aussi éventuellement des *Phytophthora,* comme ceux que l'on rencontre fréquemment en Guadeloupe sur fruits de Tomate ou d'Aubergine touchant le sol...

Nous pouvons déjà signaler que, lors de la visite en Martinique, nous n'avons trouvé de pourritures du collet avec *Fusarium* que sur les plantes dont la mortalité était déjà ancienne.

Par une méthode qui n'avait pas été appliquée jusqu'ici, G. JACQUA vient de mettre en évidence un *Phytophthora* dans les pourritures du collet venant de la troisième propriété visitée.
Dans tous les cas le *Pseudomonas solanacearum* a été détecté à partir des échantillons de branches prélevées sur des plantes en début de flétrissement.

Nous pensons que les réponses aux questions ci-dessus - sauf peut-être la troisième - pourront être obtenues d'ici quelques mois. Il restera alors à définir une politique associant la sélection variétale, et (peut-être) un minimum de pratiques culturales (de type «élevage des plants en motte», «chaulage modulé suivant le type de sol», «amendement organique minimum nécessaire») permettant de relancer la culture de l'Aubergine en Martinique d'ici 4 ou 5 ans, et de mettre les planteurs de Guadeloupe à l'abri d'un effondrement comparable à celui qui a été observé chez leurs voisins.

En ce qui concerne la sélection, il est urgent de déterminer les géniteurs susceptibles de survivre dans les zones les plus défavorables de Martinique. Il est regrettable qu'on ne puisse envisager, pour des raisons pratiques, une expérimentation multilocale à petite échelle pour voir ce qui survit ou non dans telle ou telle propriété martiniquaise*... Si par exemple nous vérifions que «Ceylan» reste résistante vis-à-vis des souches de bactéries isolées en Martinique, une des solutions les plus simples pour l'avenir, sachant que l'hybride de F1 «Aranguez x Ceylan» produit des fruits bien conformes, mais mal colorés, serait d'obtenir par rétrocroisement une lignée analogue à Ceylan, mais bien colorée, qui permettrait de réaliser à coup à peu près sûr un hybride satisfaisant.

Cette opération pourrait permettre d'attendre les retombées des hybridations interspécifiques, seules susceptibles d'apporter vraiment du nouveau, mais seulement à long terme.

Une chose est sure : quand la collaboration INRA-IRAT aura «du nouveau» à proposer du point de vue variétal, il faudra :

- soit convaincre les planteurs de participer aux derniers stades des opérations de sélection par de l'expérimentation à petite échelle

- soit bien leur faire comprendre qu'adopter sur 100 % des surfaces une nouveauté qui n'est jamais sortie des stations de recherche comporte un risque qu'ils se résignent à assumer. Les calculs et expérimentations préalables concernant la construction de véhicules, de bateaux ou d'ouvrages d'art sont beaucoup plus fiables que ceux conduisant à de nouvelles variétés végétales - Il est cependant arrivé que des ponts s'écroulent !

* Il est difficile de demander à de grands propriétaires, utilisant un matériel de culture à grande échelle de «jardiner» des parcelles de 100 à 200 m2 réunissant les hôtes différentiels du fait qu'ils vont renoncer provisoirement à cultiver l'Aubergine.

Indications bibliographiques sur le stockage des légumes en enceintes réfrigérées

Nous nous sommes basés sur deux ouvrages présents à la bibliothèque de la Station d'Amélioration des plantes du CRAAG :

«Handling, transportation and storage of fruits and vegetables» 1972 par A.L. RYALL et W.J. LIPTON»

«Post harvest physiology, handling and utilisation of tropical subtropical fruits and vegetables» 1975 par E.B. PANTASTICO»

et nous sommes bornés aux deux points de vue «températures optimum de conservation» et «voisinages indésirables». Nous n'avons envisagé que les produits maraichers et vivriers, pensant que les utilisateurs guadeloupéens trouveraient auprès de l'IRFA toutes les indications nécessaires pour la conservation des fruits.

Les ouvrages cités attribuent une grande importance à la «pré réfrigération», par l'eau, la glace, ou sous vide. Dans le cas d'installations importantes, ce point de vue mériterait d'être approfondi.

TEMPÉRATURES OPTIMUM DE CONSERVATION

Il faut distinguer :

- des végétaux originaires des pays tempérés, qui peuvent se conserver parfaitement à 0° juste, mais qui peuvent cependant subir des **dégats de gel** à des températures inférieures à 0°. Différents lots de ces légumes, récoltés en Europe, et plus ou moins «endurcis» au champ par le froid peuvent résister à - 2°, - 4°, -6°. Par contre, récoltés en Guadeloupe, ils n'ont jamais été soumis à un tel endurcissement, et on pourra craindre des dégats de gel dès la «limite supérieure des dégats de gel» signalée par les ouvrages de référence.

- des végétaux originaires des tropiques, qui ne supportent absolument pas des températures voisines de 0°. Au dessous d'un certain seuil, pouvant aller de + 4° à + 15°, ils risquent de souffrir de «dégats de froid» (chilling injury), qu'on ne doit pas confondre avec des «dégats de gel». Ce seuil des «dégats de froid» est variable suivant l'origine plus ou moins montagnarde des végétaux considérés. Il est de 4° pour la Pomme de Terre (altitude d'origine 2 500 m), de 15°,5 pour l'Igname, originaire des plaines tropicales. Ce seuil peut être variable aussi suivant l'état physiologique du produit : il est souvent élevé pour les fruits verts que pour les fruits mûrs.

Produits pouvant être stockés à 0°C

Du fait du risque de dégat de gel, on choisira prudemment des températures de l'ordre de 1° à 4°, qui seront d'autant plus efficaces en conditions tropicales que les produits récoltés sur place seront indemnes de microorganismes (moisissures, bactéries...) capables de se développer à basse température.

La respiration des organes végétaux entre 1° et 4° n'est pas négligeable, s'ils sont conservés en sachets plastiques, on doit y prévoir des trous.

Choux de Bruxelles : risque de gel à - 1°, conservation possible 25 jours à 0°, 10 jours au maximum à 10°.

Choux pommés : risque de gel - 1°, conservation possible 6 mois à - 0,5° sacs perforés avec 1 trou tous les 30 cm en tous sens.

Céleri-côte : risque de gel - 0,5°, conservation possible 20 jours à 0°, 10 jours à 5°, 1 semaine à 10°. On conseille des sacs **très perforés** avec un trou tous les 4 cm.

Céleri-rave : risque de gel - 1° mêmes conditions et même durée de conservation que le chou pommé idem pour *Betteraves rouges.*

Carottes risque de gel - 1°,5. Plus elles sont grosses et récoltées à maturité, plus tongtemps elles peuvent se garder ; jusqu'à 6 mois à 0° en sacs plastiques perforés. Les carottes récoltées en Guadeloupe se conservent beaucoup mieux à 4°, 5° que celles venant de France, à cause de l'absence de moisissures adaptées aux basses températures.

Les carottes nouvelles sont plus fragiles et ne se conserveront qu'un mois au plus à 0°, 20 jours à 5°. Avec les feuilles, on peut compter sur 20 jours à 0°, 10 jours à 5°. Mêmes indications pour les *Navets.*

Poireaux : risque de gel - 0,5°. Peuvent être stockés 3 mois à 0°. Intérêt de l'emballage plastique perforé. Les mêmes règles peuvent s'appliquer aux Oignons frais avec feuillage, peut être aux cives (?).

Salades : risque de gel à des températures très peu inférieures à 0°. On peut garder des laitues 20 jours à 0,5°, 15 jours à + 5°, 10 jours à + 10°. les sacs en plastique contenant 1 kg de laitue doivent comporter 2 trous si le stockage a lieu à + 0,5, plusieurs trous si c'est à + 10°.

Les chicorées scaroles et frisées sont plus résistantes au gel que la laitue, mais encore plus sensibles à l'asphyxie en sacs plastique clos que la laitue. Le stockage en chambre froide une semaine, fait disparaître l'amertume des scaroles et frisées cultivées à la température élevée.

Endives : risque de gel très proche de 0°. Bonne conservation en sacs plastiques. On peut espérer 20 jours à + 2°, 10 jours à + 5°, seulement une semaine à + 15°, mais le comportement des endives peut beaucoup varier suivant les lots d'origine.

Artichauts : risque de gel à - 1,5°. La température idéale est + 1,5°. On doit employer des sacs plastiques très perforés (1 trou tous les 4 cm en tous sens). On peut espérer 15 jours à + 1,5°, 10 jours à + 5°, 5 jours à + 10°.

Choux-fleurs : risque de gel à - 1°. 2 choux-fleurs par sachet, 6 trous par sachet. On peut espérer 6 semaines à 0°, 10 jours à + 5°, 5 jours à + 10°.

Asperges : risque de gel : - 0,5° température idéale + 2° : on peut espérer 40 jours. 28 jours à + 5°, 12 jours à 10°, une semaine à 15°. 10 trous par sachets de 1 kg.

Radis : risque de gel : - 1° pour les racines, - 0,5° pour le feuillage. On peut espérer 3 à 4 semaines au voisinage de 0°, 1 semaine à ± 1°. Les feuilles sont très périssables.

Produits présentant un seuil de «dégat de froid» supérieur à 0°

Haricots verts : La température idéale se situe entre 2,5 et 5°. On peut espérer les garder 12 jours à cette température, 6 jours à 10°, 4 jours à 15°, dans des sacs plastiques perforés (15 trous pour 1 kg).

Pois savon (+) : + 5° à 7° en gousses entières, pois écossés à 3°, ils supportent des températures plus basses. Pas plus d'une semaine dans ces conditions. Les pois écossés peuvent, contrairement aux gousses, être conservés dans des sacs non perforés.

Pomme de terre : Elles peuvent être stockées plusieurs mois à + 4°, + 5° en sacs ordinaires ou cagette. Elles se détériorent au dessous de + 3,5°. Mais à 4° elles accumulent des sucres solubles, et peuvent devenir impropres à la fabrication de frites. Il est sage de les faire passer une semaine ou deux à 12° avant la vente.

Gombos, Christophines, Poivrons doux verts ou rouges : La température idéale est aux environs de 7°. Les gombos se détériorent à 5° ou moins. On les conservera en sacs plastiques perforés (10 trous/sachet de 1 kg), 10 jours au maximum. Les poivrons pourront être conservés 2 à 3 semaines, les christophines beaucoup plus longtemps.

Aubergines : Les aubergines doivent être conservées entre 10° et 12° de préférence en sacs plastiques perforés ou ouverts à une extrémité (on a aussi recommandé 7° à 10°, mais c'est peut être un peu trop froid). On pourra stocker 10 jours à 10° suivis de 3 jours à 20°, ou jusqu'à 20 jours à 7°, 10° en sachets plastiques (12 trous/1kg), suivis de vente immédiate.

(+) Aucune indication sur les pois de bois : ne pas les stocker à moins de 10°, par prudence...

Concombres, Courgettes, Giromons :

Les *Concombres* tenus à moins de 10° risquent de se détériorer, ils jaunissent rapidement à plus de 15°. L'optimum est vers 12,5° ; mais si l'on veut éviter à tout prix le jaunissement, on les gardera à 10° 1 à 2 semaines. Si on les vend immédiatement, on peut à la rigueur les garder à 0° 2 jours, 4 jours à + 5°, 8 jours à + 7°.

Pour éviter le ramollissement par perte d'eau, on les enduit de cire aux USA, on peut aussi les conserver sous sacs plastiques perforés.

Les *Courgettes* sont peut-être un peu moins sensibles au froid que les concombres, l'optimum se situe vers 10° plutôt qu'à 12,5°. La possibilité de conservation est de 15 jours.

Les *Giraumons* mûrs peuvent se garder beaucoup plus longtemps, à condition de les avoir laissés à température ambiante pendant 10 jours après la récolte. On peut ensuite les stocker à 12,5° 50 jours (+).

Les morceaux coupés peuvent se garder 10 jours à 8°, emballés dans du plastique perforé.

Melons : Il y a de grandes différences entre variétés de melons pour l'aptitude à la conservation et pour la température optimum de stockage. De plus cette température optimum varie suivant l'état de maturité du fruit.

Les Melons de type «Cantaloup» ramassés avant maturité totale peuvent se conserver 10 à 15 jours à + 5°. On les laissera ensuite mûrir 1 ou 2 jours à 16 °.

Les Melons de type «Honeydew» (melons jaunes ou verts à peau épaisse, de bonne conservation) peuvent être gardés plus d'un mois entre 7° et 10°, leur murissement est optimum à 23°.

Tomates : C'est dans ce cas que l'état de maturité du fruit influe le plus sur la température idéale de conservation.

Cueillis à «maturité verte» (ayant atteint leur taille définitive, bien lisses, commençant juste à s'éclaircir) elles peuvent être conservées 20 jours à 13° en murissant très lentement, elles atteindront la maturité complète en 2 à 3 jours à température ambiante. Elles seront endommagées par le froid à moins de 10°.

Cueillies roses, elles pourront supporter 1 semaine à 10° si on veut retarder leur maturation.

Les fruits rouges peuvent être conservés quelques jours à 3° - 4°, mais en perdant de leur qualité (ils deviennent translucides, et se liquéfient intérieurement).

Pastèques : Température idéale entre 13° et 15°, mais à l'état mûr peuvent se garder quelques jours à 8°.

Tubercules tropicaux : quels qu'ils soient, la nécessité de *cicatrisation* des blessures de la récolte pendant 5 jours minimum à température ambiante est fondamentale. Les températures optimum de conservation, par la suite ne sont bien connues que pour la Patate douce (13° - 14°, avec risque de détérioration au dessous de 10°) et pour l'Igname (16°, avec risque de détérioration au dessous de 15°). On appliquera par prudence au Malanga et au Madère les mêmes règles que pour l'Igname.

A ces températures relativement élevées, surtout pour l'Igname, l'activité des moisissures tropicales peut ne pas s'arrêter complètement. Pour certaines espèces particulièrement sensibles un traitement fongicide par trempage (thiabendazole) augmentera la durée de conservation.

On peut espérer conserver à 16°:

3 à 6 mois les Ignames «*alata*» (Pacala, Belep, etc...), sans traitement fongicide.

1 à 2 mois les Ignames «*cayenensis*» (Grosse caille, Igname jaune) de préférence avec traitement fongicide.

1 mois les «Cousse couche» *(Trifida),* avec traitement fongicide.

Cas particulier des bulbes d'Ail et d'Oignon

Quand ces bulbes sont récoltés mûrs, ils sont en état de **dormance** et aptes à la conservation. Au bout d'un certain temps, variable suivant la variété et la température de stockage, la dormance cesse, et il y a risque de détérioration à la fois par germination en magasin et attaque de moisissures. C'est aux environs de 7°5 pour l'ail, 8° à 10° pour l'Oignon que la dormance est la plus brève, mais même à 5° la conservation est beaucoup moins bonne qu'à 0° ou à 20 - 25°.

Suivant les disponibilités, on stockera donc soit à + 0,5° (plusieurs mois) soit au dessus de 20°, en se résignant dans ce dernier cas à une perte de poids.

(+)Indications relevées pour la variété américaine ''Butternut qui appartient à la même espèce botanique que les Giraumons antillais.

Dans le cas de l'Ail, on se souviendra que les variétés à gros bulbes (Blanc de la Drôme, Violet de Cadours) se conserveront beaucoup moins longtemps que les variétés à petits bulbes (Fructidor, Rose de Provence, Rose de Lautrec).

Voisinages indésirables

La maturation de certains fruits est sous l'influence de *l'éthylène,* gaz doué d'une intense activité sur les végétaux, et dont l'action peut être soit bénéfique (maturation normale), soit indésirable (maturation accélérée et imparfaite, symptômes de dégradation).

Non seulement les fruits en voie de maturation sont sensibles à l'action de l'éthylène, mais ils en produisent eux mêmes, et, dans un espace clos il peut y avoir accumulation de ce gaz et intensification de ses effets indésirables. Ces derniers se manifestent surtour sur :

Laitue : apparition de taches rougeatres sur le feuillage

Concombre : jaunissement accéléré.

L'Aubergine, les Melons, la Patate douce, l'Igname, la Carotte, les Tomates ont été également signalés comme sensibles

Les produits producteurs d'éthylène sont : *Pommes, Poires* et autres fruits en voie de maturation.

La production d'éthylène est ralentie aux environs de 0°, mais de nombreux fruits tropicaux producteurs d'émanations volatiles, et devant être stockés à des températures supérieures à 10° seront de mauvais voisins pour les légumes sensibles. On sera conduit alors à envisager le renouvellement de l'air, au lieu de faire fonctionner les enceintes en circuit fermé (ce qui consomme plus d'énergie), ou à utiliser des filtres à air au charbon activé.

Choix des températures dans le cas où l'on dispose seulement de 2 ou 3 chambres froides

Si l'on dispose de 3 enceintes, on peut imaginer de les régler à 4°, 13°, et 16°, et adopter le schéma suivant :

4°	13°	16°
Choux divers (Pommes, fleurs, Bruxelles) Céleri Carottes Poireaux Salades Endives Haricots verts Artichauts Asperges Pommes de terre Radis Melon de type Cantaloup + Tomates rouges	Aubergines Concombres Courgettes Giraumons Pastèques Melons divers Poivrons + Gombos + Cristophines + Bananes à cuire Pomme de terre 15 jours avant la vente Patates douces Tomates vertes	Ignames Autres produits tropicaux sur lesquels on ne dispose pas de renseignements bibliographiques - maturation des Tomates, Melons, Pastèques.

\+ Seraient mieux à 7°

Si l'on ne dispose que de deux enceintes, il faudrait sans doute se résigner à regrouper à 16° les produits des colonnes 13° et 16°.

CONSERVATION PAR LE FROID DE QUELQUES ESPÈCES FRUITIÈRES TROPICALES OU SUBTROPICALES

M.N. COLLIN

AVANT PROPOS

Au cours des dernières années, on a placé de plus en plus l'accent sur la mise au point de méthodes de réduction des pertes des denrées périssables après récolte.

On a estimé que 25 à 80 % des fruits frais étaient perdus après la récolte, les pertes les plus élevées se produisant dans les régions tropicales.

A condition que les produits aient été récoltés aux meilleurs stades de maturité et qu'ils aient été manipulés avec soin, la mise en atmosphère réfrigérée présente la plus grande possibilité d'augmenter la durée de conservation des fruits après récolte en ralentissant les phénomènes de maturation et de déclin.

La conservation par le froid des fruits frais fait l'objet de notre propos, objet qui se veut très limité, nous conduira à évoquer les températures de conservation des fruits à l'exclusion de tout autre traitement de conservation associé ou non, tels que congélation, atmosphères modifiées, traitements insecticides fongicides et autres, emballages et conditionnement et enductions diverses.

Précisons également que les valeurs de températures que nous citerons ont été rassemblées à partir de publications de nombreux chercheurs dont on pourra consulter les travaux pour plus de détails à partir de la bibliographie sommaire citée dans cet article.

INTRODUCTION

La réfrigération peut être utilisée soit pour des transports de longue durée, par voie maritime, soit pour l'entreposage afin d'étendre la durée de commercialisation ou de travail en usine.

Actuellement, le transport par voie maritime, moins onéreux que le transport aérien, est peu utilisé et uniquement sur les faibles distances pour certains fruits.

On peut évoquer différentes raisons :

- port éloigné des lieux de production,
- lots de trop faible importance pour intéresser les compagnies de navigation,
- absence de conteneurs réfrigérés autonomes,
- manque de confiance des exportateurs en ce mode de transport car ils craignent que leurs envois n'arrivent complètement avariés.

Il faut cependant noter que le froid est coûteux et de nombreuses espèces tropicales et subtropicales sont sensibles à la réfrigération.

L'étude des différences essentielles entre des espèces très voisines variant largement quant à leur sensibilité à la réfrigération permettra d'éviter ou de réduire les accidents causés par la réfrigération en augmentant ainsi l'efficacité de ce type d'entreposage.

Après la récolte, il est indispensable de refroidir le plus rapidement possible les fruits en vue de leur conservation.

Pour accroître la rapidité du refroidissement on peut agir par l'augmentation de la vitesse de l'air, mais celle-ci doit rester dans certaines limites pour éviter :
- des pertes de poids exagérées

- un abaissement trop important de la température du médium air/eau solution qui entraînerait des risques de gel ou de brunissement (frisure).

Le temps nécessaire pour le refroidissement d'un produit dépend non seulement des paramètres propres à l'agent de refroidissement mais aussi des paramètres propres au produit températures initiale et finale (obligeant parfois à cueillir aux heures fraîches) dimensions, forme, conductivité thermique, chaleur massique, chaleur respiratoire), et à l'unité de chargement (ensemble palette et marchandise) telle que nature de l'emballage (bois, carton, matière plastique) type d'emballage, (caisse, plateau, caisse-palette) plus ou moins clos et type d'arrimage.

Compte tenu du fait que dans la pratique au cours du refroissement, l'abaissement de la température du produit en fonction du temps est exponentielle, on peut apprécier la vitesse du refroidissement au moyen de ce qu'on appelle «temps de demi-refroidissement» intervalle de temps au bout duquel la différence de température entre produit et médium de refroidissement se trouve réduite de moitié.

Dans certains cas, l'abaissement de la température est effectué dans les entrepôts frigorifiques eux-mêmes alors que dans d'autres, l'opération est réalisée dans des conditions bien distinctes de la conservation proprement dite, c'est ce qu'on appelle la préréfrigération (air pulsé, eau ou vide par exemple).

Chaque espèce et chaque variété constitue un cas particulier, c'est pourquoi il n'existe pas de protocole type de conservation.

Nous avons essayé de regrouper dans cet article, le maximum de données fournies par les études de chercheurs de différents pays, sur les températures limites et optima de réfrigération et les limites de conservation.

En résumé, la température est certainement le facteur le plus important mais le temps de stockage des produits dépend d'un grand nombre d'autres facteurs tels que :

- la variété,

- le stade de maturité au moment de la cueillette,

- l'état sanitaire,

- le traitement avant stockage,

- le climat et les variations climatiques locales de la région où le fruit est produit,

- de la ventilation à l'intérieur des chambres de stockage,

- des variations de pressions atmosphériques (orages),

- du transfert des vapeurs dans le local.

MANGUE

Comme de nombreux fruits tropicaux, la mangue est éminément périssable en raison de sa grande sensibilité aux maladies physiologiques dues au froid et à l'action pathogène d'un nombre considérable de microorganismes contre lesquels certains moyens de lutte ont pu être préconisés tels que le traitement thermique à 56°C, action de fongicides et irradiations.

Si la température d'entreposage n'est pas assez basse, le ralentissement de la maturation est insuffisant, la transpiration cause des pertes de poids élevées ; si elle est trop basse, les fruits prennent un «coup de froid» qui se traduit par des décolorations de la peau et l'apparition de nécroses épidermiques fréquemment associés à une dessication. La maturation est perturbée et l'on n'obtient ni la coloration, ni le parfum, ni la saveur des mangues normales.

Pour une conservation de longue durée de fruits de certaines variétés indiennes mis en caisse à claire-voie et conservés sous une hygrométrie de 85 à 90 p. cent, SRIVASTAVA indique que les températures les plus favorables vont de 5,5/7,2°C à 8,9/11°C avec une durée de conservation de 4 à 7 semaines, les fruits étant bons à consommer deux à quatre jours après leur remise à température ambiante.

SUBRAMANHAM et al ont constaté que, pour des fruits de la variété «APHONSO» les dégâts dûs au froid apparaissent quand la température descend au dessous de 11,2° C. Ils sont d'autant plus importants que cet abaissement est plus grand.

KANE travaillant sur les variétés «AMÉLIE» et «JULIE» constate l'apparition des dégâts dûs au froid dans tous les cas où la température est inférieure à + 12° C mais les résultats de ses travaux mettent en évidence une importante réduction de ces dégâts et du développement des pourritures fongiques par la modulation de la température, notamment par la réfrigération en cascade de + 12° à 8° ou à 4° et surtout par l'interruption de l'entreposage frigorifique à + 8° ou + 4° par un réchauffement intermittent de 3 jours à + 20°.

Ces traitements thermiques concourent ainsi à prolonger la durée de survie des fruits en améliorant leur état sanitaire.

On préconise pour une qualité optimale, un choc thermique pour les fruits entreposés à + 8° et deux à trois pour ceux conservés à + 4°.

Influence du stade des fruits et du délai de mise en chambre froide

Si les températures favorables à la bonne conservation des mangues dépendent de la variété, elles dépendent aussi du degré de maturité, et différents auteurs indiquent que des fruits récoltés à un stade de maturité plus avancé peuvent subir, sans dommages, des températures d'entreposage plus basses que ceux cueillis plus tôt ; RUEHLE et LEDIN signalent que, pour les variétés floridiennes, il est peu prudent pour les professionnels, d'entreposer les mangues encore vertes mais complètement développées à moins de + 10° C, alors que les mangues presque mûres peuvent se garder un certain temps à + 7,3° C.

Pour MUKERJEE, les fruits cueillis avant qu'ils ne soient complètement développés ne mûrissent pas après l'entreposage au froid, même à l'aide de l'éthylène ou de l'acétylène qui donneront tout au plus une coloration à la peau ; ces fruits sont invendables. Plus on dépasse le stade où le fruit a fini d'accumuler ses réserves, plus la durée de conservation sera raccourcie, et il va jusqu'à dire qu'un retard de deux jours réduit cette durée de deux semaines. Il préconise une température d'entreposage de + 9° C, ce qui paraît trop bas pour certaines variétés.

Les fruits dégagent du gaz carbonique qui peut, si la ventilation est mauvaise, atteindre dans les emballages une concentration suffisante pour causer des dégâts ; les mangues dégagent aussi, surtout quand elles sont à un stade de maturité assez avancé, de faibles quantités d'éthylène qui accélère la maturation. Les colis ne doivent pas être hermétiques, et l'on emploie soit des caisses à claire-voie pour les ventes locales, soit des cartons perforés latéralement pour l'exportation ; leur rangement dans la chambre froide doit permettre une circulation d'air suffisante entre l'intérieur et l'extérieur des emballages. Le brassage d'air, en circuit fermé, à l'intérieur de la chambre froide, doit être assuré par un moyen mécanique pour maintenir une température, une humidité et une composition de l'atmosphère uniformes ; on doit également assurer un renouvellement suffisant de l'atmosphère de la chambre froide pour ne pas avoir une concentration trop forte en gaz carbonique.

L'humidité relative est maintenue en général entre 85 et 90 p. cent pour éviter une dessication des fruits et une perte de poids trop importante. Cette perte de poids, pour une conservation d'un mois et demi, peut atteindre 20 p. cent. Elle peut être réduite d'une façon appréciable, soit par l'enrobage des fruits avec une cire, soit en emballant les mangues par petites quantités, de trois à cinq fruits par sachet, dans du plastique perforé.

A la sortie de la chambre froide, l'humidité ambiante à tendance à se condenser sur les fruits plus froids et dans ce cas une bonne ventilation doit faciliter le ressuyage.

La maturation s'effectue entre 15 et 21° C.

BANANES

Quand le transport doit être long, les bananes vertes seront immédiatement refroidies c'est-à-dire dans les 24 heures suivant la récolte.

La réfrigération peut se faire à terre ou à bord du navire bananier.

Une réfrigération rapide contribue à réduire les moisissures et les pertes de masse (en rendant possible l'utilisation de cartons ou échantillons clos).

Les exigences concernant l'uniformité de la température au niveau le plus bas possible et la rapidité du refroidissement aussi grande que possible sont très élevées et demandent une ventilation intense dans les cales pendant la descente en froid.

Le coefficient de brassage peut atteindre 80. Après refroidissement à la température désirée, le taux de brassage sera réduit de moitié.

Les bananes sont sensibles au froid en fonction de la température et de la durée d'entreposage.

Les températures recommandées dépendent des variétés, des conditions écologiques à la plantation et de la durée de conservation.

Températures de conservation des bananes vertes.

VARIÉTÉ	DURÉE DE CONSERVATION en jours	TEMPÉRATURE
Gros Michel	12	12
Lacatan	11-13	14
Poyo Robusta Valéri	14	12
Grande naine Giant Governor	14	12
Petite naine Dwart Cavendish	16	12

Ces températures sont celles de l'air à son admission dans la chambre froide.

On ne tolérera que de très brèves périodes d'exposition à des températures plus basses, par exemple lors d'un chargement dans un port ; les bananes devront être maintenues aux températures recommandées jusqu'à leur passage à la mûrisserie.

Un voyage par mer dure de 7 à 15 jours exceptionnellement 25 jours, durée qui correspond à l'extrême limite de conservation du fruit.

Humidité relative

Pendant la descente en froid l'humidité relative variera avec la température de surface de l'évaporateur.

A la fin de cette phase, le degré hygrométrique remonte et il faut le maintenir entre 85 et 90 % pendant la période de conservation.

La température critique de la banane au-dessous de laquelle peuvent apparaître des dégâts dûs au froid (frisure par exemple) n'est pas une constante, sa valeur dépend du cultivar considéré, du degré de maturité à la récolte, de l'époque de l'année, de l'état sanitaire et de la durée du transport maritime.

Température de maturation

Précisions que la température n'est pas le seul facteur intervenant dans la maturité de la banane mais que d'autres facteurs que nous n'étudierons pas dans le cadre de cette note revêtent également une grande importance.

Les bananes sont réchauffées dans les cellules de mûrisserie jusqu'à ce que la température de la pulpe atteigne 16 à 18° C ce qui demande 12 à 24 heures et doit être fait en atmosphère ventilée et humide sans apport d'air extérieur.

En jouant sur la température, la durée de mûrissement peut s'étaler sur 4 à 10 jours suivant la demande du marché.

L'emploi de températures plus élevées aboutit à une médiocre qualité gustative et à une coloration anormale.

Au cours de la descente en froid on diminue de moitié le taux de renouvellement d'air afin de ne pas trop ralentir le refroidissement.

AVOCATS

Le refroidissement des avocats doit être effectué le plus rapidement possible, ce qui peut être réalisé au moyen :

- d'une installation frigorifique ayant une puissance frigorifique suffisante pour amener les fruits à la température voulue,

- d'une température de l'air de refroidissement de 7 à 12° en fonction de la température d'entreposage,

- d'un coefficient de brassage de l'air de 80 à 100,

- d'un arrimage et d'un gerbage homogène et régulier permettant une circulation uniforme de l'air de refroidissement au travers du chargement,

- d'un système de ventilation efficace.

Après refroidissement les avocats doivent être conservés à une température de l'atmosphère de l'enceinte réfrigérée qui dépend de la variété.

Températures recommandées pour différentes variétés

VARIÉTÉ	TEMPÉRATURE	DURÉE DE STOCKAGE (jours)
FUCHS	13	3
POLLOCK	13	6
WALDIN	13	10
BOOTH 7	4-7	14
BOOTH 8	4	14
LULA	4	21
TRAPP	5,5°	21
COLLINSON	5,5/9	14
TAYLOR	2,8/	28
FUERTE	7,5°	21

La température doit être mesurée au point le plus froid de l'enceinte c'est-à-dire à la sortie de l'air du frigorifère.

Lorsque le chargement est facilement accessible il est recommandé de prendre la température à l'intérieur des emballages des fruits.

L'humidité relative doit être de 85 à 90 %.

Le système de ventilation verticale est recommandé avec distribution uniforme d'air sur les surfaces d'aspiration et de refoulement (plancher soufflant) avec un coefficient de brassage de 80 à 100.

En raison de l'intensité respiratoire élevée, le renouvellement d'air doit être effectué en continu à raison d'un renouvellement par heure.

Il faut éviter de stocker les avocats avec toute denrée végétale qui dégage de l'éthylène, celui-ci déclenchant la crise climactérique de l'avocat.

Ils ne doivent pas être transportés avec les bananes mais peuvent l'être avec des agrumes à condition que la température soit compatible et que les fruits soient dans un état sanitaire parfait.

ANANAS

Pour un transport de courte durée et à condition qu'ils n'aient pas été meurtris au cours de la récolte et du conditionnement les ananas peuvent être transportés sans réfrigération et en prenant soin d'établir une bonne ventilation.

Pour les transports de longue durée il faut utiliser le froid, afin de freiner l'évolution de maturité.

Les fruits à maturité mais encore verts peuvent être stockés 3 à 4 semaines entre 10 et 13°.

Les fruits verts sont sensibles aux températures inférieures à 10° et ne mûrissent pas de façon satisfaisante lorsqu'ils sont remis à température ambiante.

Les fruits mûrs peuvent être stockés de façon satisfaisante pendant une période de 4 à 6 semaines entre 7 et 9°.

Il est conseillé de ne pas dépasser des durées de stockage de 3 à 4 semaines car la flaveur du fruit évolue.

L'humidité relative doit être de l'ordre de 90 à 95 %.

Accidents d'entreposage

Tache noire, cette avarie, qui est causée par un champignon peut être limitée par un contrôle des fruits avant leur embarquement.

État vitreux, c'est un désordre physiologique qui produit une modification de la pulpe qui paraît gorgée d'eau ; son aspect peut être défini par le terme «vitreux». Il y a eu migration du jus du fruit au travers des membranes cellulaires dans les méats. On peut facilement reconnaître les fruits vitreux car leur flottation dans l'eau est différente de celle des fruits sains. Ils s'enfoncent d'autant plus qu'ils sont gravement atteints par la maladie.

Pourriture molle, c'est une maladie de l'entreposage causée par une invasion microbienne qui pénètre par les meurtrissures. Elle augmente rapidement de 7 à 13° C.

Brunissement interne, c'est une maladie physiologique qui se développe lorsque les ananas sont restés à une température élevée après la récolte.

Les causes de brunissement interne ont fait l'objet de travaux importants parmi lesquels nous citerons notamment ceux de C. TEISSON.

AGRUMES

Entreposage réfrigéré

L'entreposage réfrigéré peut être effectué après un refroidissement rapide (préréfrigération) ou sans refroidissement rapide. La préréfrigération est recommandée lorsqu'on veut obtenir une conservation de longue durée ; elle est fréquemment utilisée aux États-Unis.

Elle s'effectue dans des chambres équipées spécialement pour obtenir un refroidissement rapide avec une ventilation puissante, c'est-à-dire avec un coefficient de brassage compris entre 100 et 200. Pendant la préréfrigération, il est procédé à un renouvellement de l'air par introduction d'air frais au taux de 1/2 à 1 renouvellement par heure. La température de l'air de refroidissement doit être de 1 degré centigrade en dessous de la température de préréfrigération qui a été choisie.

Comme la ventilation est puissante, il est essentiel de maintenir une humidité relative de 95 % pour éviter une perte de poids excessive pendant la préréfrigération.

La préréfrigération est recommandée lorsqu'on introduit un lot d'agrumes dans une chambre froide qui contient déjà des fruits refroidis ; l'introduction d'agrumes à la température ambiante (entre 20 et 25° C) présenterait dans ce cas, l'inconvénient de réchauffer les fruits qui étaient déjà dans la chambre froide.

Les températures d'entreposage dépendent des facteurs suivants : espèce considérée, variété, lieu de production, climat, degré de maturité à la cueillette, durée prévue pour la conservation.

La ventilation doit être effectuée en continu avec un coefficient de brassage compris entre 20 et 30.

Températures d'entreposage des oranges

VARIÉTÉ	LIEU DE PRODUCTION	TEMPÉRATURE D'ENTREPOSAGE	DURÉE DE L'ENTREPOSAGE
Camargo	Brésil Afrique du Sud	2° 4°	12 semaines 10 semaines
Valencia	Australie Californie Espagne Floride Texas West Indies	2,5 à 7° 2 à 7° 0 à 4° - 1 à + 1° 0° 7°	10 à 14 semaines 6 à 8 semaines 8 à 12 semaines
Shamouti-Jaffa	Israël-Liban	4 à 8°	6 à 8 semaines
Washington Navel	Australie Californie West Indies	Précoce : 4,5 à 5,5° tardive : 4,5 à 7° 2 à 7° 7°	12 semaines 5 à 8 semaines

Températures d'entreposage des mandarines et pomelos

VARIÉTÉS	LIEU DE PRODUCTION	TEMPÉRATURE D'ENTREPOSAGE	DURÉE DE L'ENTREPOSAGE
Mandarine Commune	Afrique du Nord Inde	3° 4 à 7°	3 à 4 semaines 3 à 6 semaines
Pomelos	Israël Inde USA	4 à 8 7 à 9° 10 à 15 °	10 semaines 12 semaines 3 à 12 semaines

Le pomélo présente une particularité : sa température de conservation est élevée. S'il y a risque de pourriture du calice, il faut abaisser la température de 7° C avec une durée de conservation plus courte. Dans le cas de pourriture du calice (Phomospsis), qui se développe entre 10° C et 12° C, il est indiqué d'abaisser la température de conservation jusqu'à 0°, mais dans ce cas la durée de conservation ne peut dépasser 1 mois. Les fruits doivent avoir une couleur tirant sur le jaune en début d'entreposage.

Températures d'entreposage des citrons

Vert foncé	U.S.A.	12 à 14,5°	3 à 6 mois
Vert clair		12 à 14,5°	2 à 4 mois
Légèrement jaunâtre		12 à 14°	1 à 2 mois
Jaune		12 à 14°	3 à 4 semaines

Température d'entreposage des limes

Tahiti Lime	Inde	8 à 10° C	8 semaines

la lime est sujette au «pitting» à une température inférieure à 7° C et aux infections fongiques à une température supérieure à 10° C.

Température d'entreposage des Tangerines

Température : 0,5 - 3,5°	Humidité relative : 90-95 %

Au delà de 4 semaines il se produit une perte de poids trop élevée ainsi qu'une perte de saveur et un développement de pourriture.

Accidents d'entreposage

Les accidents d'entreposage des agrumes sont nombreux et il est indispensable de les énumérer :

- Le gel est provoqué par une exposition des fruits à une température inférieure à celle de la congélation. C'est un accident qui ne doit pas se produire avec une installation frigorifique en bon état et bien conduite.

- Perte de saveur : la perte de saveur se produit à la suite d'un entreposage trop prolongé.

- Altérations physiologiques dues à une température d'entreposage trop basse : dans ce cas, on peut constater les troubles suivants :

Apparition de taches brunes sur la peau ; c'est l'échaudure qui semble être due à deux facteurs : une température trop basse et une ventilation défectueuse.

Apparition de taches de couleur brun clair qui peuvent devenir coalescentes.

- Oléocelose ; cette maladie consiste en taches brunes qui sont provoquées par la rupture des glandes qui secrètent les huiles essentielles. Cette rupture provient souvent d'une manutention brutale.

- Maladies cryptogamiques : ces maladies sont dues à des infections par des champignons à la suite de blessures accidentelles (coups d'ongle à la récolte, blessures de manutention) ou par des infections à la base du pédoncule. Elles provoquent des pourritures qui apparaissent et qui se développent pendant l'entreposage.

Les plus importantes sont les suivantes :

- Moisissure bleue due au Penicillium italicum
- Moisissure verte due au Penicillium digitatum,

- Pourriture pédonculaire due à Diaporthe citri et Diplodia natalensis,
- Anthracnose due à Colletotrichum gloeosporioides,
- Pourriture brune due à Phytophthora citrophthora,
- Pourriture noire due à Alternaria citri.

Incompatibilités d'entreposage

Les agrumes ont une odeur pénétrante qui peut se fixer sur les parois des chambres froides ou des cales de navires et sur les denrées qui sont entreposées dans le même local. Ce problème peut être résolu assez facilement dans les entrepôts terrestres avec la possibilité d'affecter en permanence des chambres froides aux agrumes, mais il est plus délicat dans le cas du transport maritime où la place coûte cher, elle doit être utilisée au mieux. Il est important de connaître les fruits qui peuvent être transportés dans un même local, ce qui implique deux conditions : il faut que les températures de transport soient peu différentes et qu'il n'y ait pas d'effet exercé par les odeurs.

Il en résulte qu'il y a, en général, incompatibilité.

On admet cependant les possibilités de transport suivantes :

- Les oranges peuvent être transportées avec les avocats et les mandarines, les citrons avec les pomelos, les mandarines avec les avocats et les oranges.

Il est recommandé de bien vernir les parois des cales si elles sont en bois et d'ozoniser l'air qui circule dans les cales pendant tout le transport.

Bien entendu, les circuits de ventilation des compartiments à agrumes des navires seront séparés de ceux affectés à d'autres denrées et il n'y aura pas de possibilité d'intercommunication.

LITCHIS

Il est classé dans la catégorie des fruits tropicaux relativement insensibles au froid.
Des travaux entrepris sur ce sujet par divers auteurs, on retiendra que dans des conditions d'humidité relative de 85 à 90 %, le litchi peut conserver sa fraîcheur et une couleur acceptable pendant 2 jours seulement à 20° C. Il atteint à cette température un brunissement total en 4 jours.

Les études ont montré également qu'il pouvait être conservé pendant 4 à 6 semaines à 7° C et plus de 10 semaines à 2° C.

Le fruit stocké à une température inférieure à 5° ne brunit qu'en 8 jours. Ce brunissement de la peau, qui est dû partiellement à la dessication n'altère en rien la saveur du fruit. La peau devient fragile et cassante.

Ce phénomène peut être retardé en combinant un traitement par fongicide et eau chaude à un conditionnement sous film polyéthylène.

COROSSOL

C'est un fruit extrêmement fragile. Les fruits mûrs doivent être manipulés avec beaucoup de soin, car ils sont mous.

Le mûrissement doit être effectué à température ambiante afin de développer au maximum la flaveur et de conserver les caractéristiques aromatiques du fruit.

La durée de survie du fruit peut être augmentée de 2 ou 3 jours par une réfrigération.

Les facteurs principaux limitant l'exploitation commerciale de ce fruit sont :

- d'une part le nombre réduit de fleurs par arbre qui donnent un fruit (12 à 20 par arbre),
- d'autre part, la grande sensibilité à l'anthracnose et à toute sorte de maladies.

PAPAYES

La papaye est un fruit relativement fragile, il est important de ne pas le cueillir trop mûr.

C'est un fruit très sensible au froid et ce procédé n'est pas utilisé pour la conservation.

Cependant, différents essais ont été réalisés. Il en ressort qu'à 12° et 85-90 % d'humidité les fruits peuvent se conserver une quinzaine de jours et mûrir de façon satisfaisante en 3 à 6 jours. Mais la présentation des fruits n'est pas toujours bonne.

En sortie de chambre froide, une condensation se produit systématiquement et rend les fruits très sensibles aux agressions fongiques et mécaniques.

Après 5 jours à 7,2° C, les fruits sont considérés comme gelés.

Pour la conservation, seul le traitement à la vapeur est utilisé.

La température à l'intérieur doit être maintenue à 43° C pendant 8 heures en atmosphère saturée en vapeur d'eau.

Pour éviter les brusques changements, la température est progressivement élevée à 37° avec 55 à 60 % d'humidité (6 heures) ensuite le traitement est appliqué (100 % d'humidité relative 43° C).

GRENADILLE

Le fruit reste vert presque jusqu'à maturité puis il se colore rapidement en quelques jours. Quand il est mûr, le fruit tombe à terre et ne doit pas être ramassé après sa chute s'il doit être conservé ultérieurement.

Les fruits sains peuvent être stockés en sac de polyéthylène à 10° C pendant trois semaines sans dégâts.

GOYAVE

Elle peut se conserver entre 2,2° et 4,2° pendant une semaine.

MANGOUSTAN

Il faut noter que c'est un fruit encore inconnu en Europe. Il est considéré comme un fruit de luxe et son prix de vente reste très élevé.

Le fruit destiné à la conservation doit être choisi en fonction de sa maturité (couleur de la coque).

Le fruit violet ne convient pas en raison de l'apparition rapide d'une induration dans la coque près d'un quartier contenant un noyau. Si cette anomalie s'étend à plusieurs quartiers, le fruit ne peut être ouvert normalement.

Le fruit rose semble le siège de la formation de quartiers translucides qui peut être due à un manque de maturité de la coque.

Le fruit rouge représente le point de coupe le plus favorable. Il peut être conservé pendant 7 jours en conditions ambiantes avec un risque de voir apparaître les deux inconvénients cités préceédemment (induration et décoloration).

Les fruits cueillis à maturité et maintenus à 8° C dans des caisses en bois léger enveloppés dans du papier huilé et de la fibre de bois peuvent être transportés par bateau..

On trouvera à la page suivante un tableau récapitulatif résumant les principales données nécessaires pour assurer la conservation des fruits à basse température que nous empruntons à MUNOZ DESGADO.

TABLEAU RÉCAPITULATIF

LE FROID APPLIQUÉ AUX FRUITS ET LÉGUMES
D'après J.A. MUNOZ DELGADO

Institut du froid - Madrid

	Température °C	Humidité relative % %	Durée pratique de conservation	Chaleur de respiration Kcal/T-24 h
ANANAS Vert 50 % jaune Mûr	 8,5 à 13 7 à 10 7,5	 85 à 90 85 à 90 90	 4 à 6 sem. 3 à 4 sem. 2 à 4 sem.	 820-930 à 5° 1700-1800 à 20°
AVOCAT (S.O.V.)	5 à 13	85 à 90	2 à 4 sem.	1100-1650 à 5° 4050-1900 à 20°
BANANE verte Colorée	12 à 14 13 à 26	90 à 95 85 à 90	10 à 20 j. 5 à 10 j.	820-2020 à 10° 1800-3200 à 20° 1800-3400 à 15° 2000-5000 à 20°
GOYAVE	8 à 10	90	2 sem.	1750-1950 à 10°
GRENADILLE LIME	7 à 10 8,5 à 10	85-90 85-90	4 à 5 sem. 3 à 6 sem.	 320-600 à 15° C 370-1000 à 20° C
LITCHI	0 à 2	90	3 à 5 sem.	
MANGOUSTAN	4 à 5,5	85-90	6 à 7 sem.	
MANGUE (S.O.V.)	7 à 10	85-90	4 à 7 sem.	900-1400 à 7° 2500-3200 à 10° 4000-8000 à 20°
PAPAYE verte Colorée	 10 7 - 8,5°	 85-90 85-90	 1 à 3 sem. 1 à 2 sem.	 625 à 10° 2000-2700 à 20° C

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BRUN P. - *1960 - Les espèces fruitières en diététique humaine.*
Revues Pomologie, 91, p. 13-36

W.B. Mc GLASSON., SCOTT K.J., MENDOZA D.B - *The refrigerated storage of tropical and subtropical products.*
Comptes rendus du XVè Congrès international du froid.

KANE O. - *Recherches sur l'évolution normale ou pathologique de mangues conservées au froid dans l'air ou en atmosphères contrôlées.*
Thèse. Univ. Pierre et Marie Curie - Paris, 6. Mai 1977 - 96 p.

F. de LAROUSSILHE - *Le manguier.*
Maisonneuve et Larose - *Techniques agricoles et productions tropicales.* Vol. 29 - 1980 - 312 p.

MUKERKEE P.K. - *Harvesting storage and transport of mango, symposium on mango and mango culture, New Dehli 1969.*
Acta Horticulturae Inter. Soc. for Hort. n° 24, 1972, p. 251-255

J.A. MUNOZ-DELGADO - *Le froid appliqué aux fruits et légumes.*
Applications du froid aux produits périssables.
Séminaire international - Ouagadougou - 4-14 juillet 1979 - I.I.F.

PRALORAN J.C. - *Les agrumes*
Maisonneuve et Larose - 1971 - collection techniques agricoles et productions tropicales - vol 21-22, 565 p.

SRIVASTAVA H.C. - *Grading storage and marketing*
The mango a handbook. Indian council of Agricultural Research -
New-Dehli - 1967, . 99-149.

Shue-cheng LING and Hui-ling CHIANG - *Studies on transit an storage methods of lychees.*
Jour. agric. Res. China, 30 (3) p. 251-260 - 1981.

SUBRAMANHAM H., NARAYNA MORTHY N.V., LAKSHMI NARAYANA S. et SHANTA KRISHNA MURTHTY
Studies on harvesting transport and storage of mango. Symposium on mango and mango culture,
New Dehli 1969.

Montfavet-Janvier 1983

Copies : Monsieur MESSIAEN - INRA GUADELOUPE
Monsieur DARTHENUCQ

Chrono - Paris

RÔLE POLLINISATEUR D'EXOMALOPSIS BILIOTTII

J-P Torregrossa

Exomalopsis biliottii est une nouvelle espèce d'abeille présentant la particularité de polliniser les solanées cultivées en Guadeloupe (fig 1) :

- Aubergines,
- Tomates,
- Poivrons.

L'activité pollinisatrice de cette abeille intéresse les productions à deux niveaux :

1) D'une part en améliorant la qualité de la pollinisation, acte initial de la fécondation, elle permet une production de fruits plus importante (moins de coulures) et de meilleure qualité (fruits plus gros et de plus bel aspect).

2) D'autre part, les opérations de fécondations croisées pour l'obtention de semences hybrides peuvent être allégées par l'utilisation de lignées mâles stériles et la supplantation de la fécondation manuelle par l'activité de butinage d'*Exomalopsis biliottii.*

L'étude de cette abeille révèle certains aspects de son comportement et de ses activités de butinage :

. En présence d'une flore très variée, ces abeilles préfèrent récolter le pollen des solanées cultivées, quand elles sont présentes. Parmi la flore spontanée *Mimosa pudica* (Marie honteuse) est la plus visitée.

. Parmi les solanées c'est l'aubergine que l'on retrouve le plus fréquemment et en abondance - dans les récoltes des butineuses.

. L'activité journalière des butineuses est essentiellement matinale. Elle débute peu de temps après l'aube et s'achève vers 13 heures.

. L'activité saisonnière des butineuses dépend essentiellement des variations de la floraison. Un bon ensoleillement favorise le butinage.

Le vent n'a pas d'incidence précise sur le vol des abeilles. Les pluies, selon leur intensité et leur persistance peuvent momentanément ou de façon durable compromettre le butinage.

Du point de vue pratique on peut définir les conditions valorisant au mieux le rôle pollinisateur d'*Exomalopsis biliottii.*

- Éviter tout traitement insecticide le matin, même celui de la lutte contre les moustiques. Les traitements peuvent être effectués en fin d'après-midi. L'emploi d'une matière active non dangereuse pour les abeilles, ou tout au moins de très faible rémanence, est conseillé,

- Éviter les travaux agricoles mécanisés le matin. Ils perturbent l'activité des butineuses,

- Éviter les floraisons simultanées et mitoyennes de l'aubergine et la tomate. La pollinisation de la première se ferait au détriment de la seconde,

- Isoler les cultures destinées à la production de semences hybrides F_1 ou lignées pures. En présence de *Exomalopsis biliottii,* la proximité de variétés non concernées se traduirait par une pollution génétique indésirable,

- La distance minimale entre deux cultures évitant toutes concurrences ou pollutions n'est pas connue avec précision ; 500 mètres paraissent convenables. Une barrière naturelle pourrait suffire.

I.N.R.A. Station de Zoologie - Domaine Duclos - 97170 Petit-Bourg

- L'environnement naturel de l'exploitation a un rôle important. La présence d'une flore spontanée, en particulier de *Mimosa pudica* est indispensable au maintien des populations d'abeilles. L'absence de sources de pollen complémentaires ou de substitution, au moment des basses floraisons (aubergines) ou de l'hivernage, inciterait le pollinisateur à migrer vers d'autres lieux.

- Les profils du sol et plus particulièrement les talus devront être préservés en tant que sîtes de nidification possibles de *Exomalopsis biliotti.*

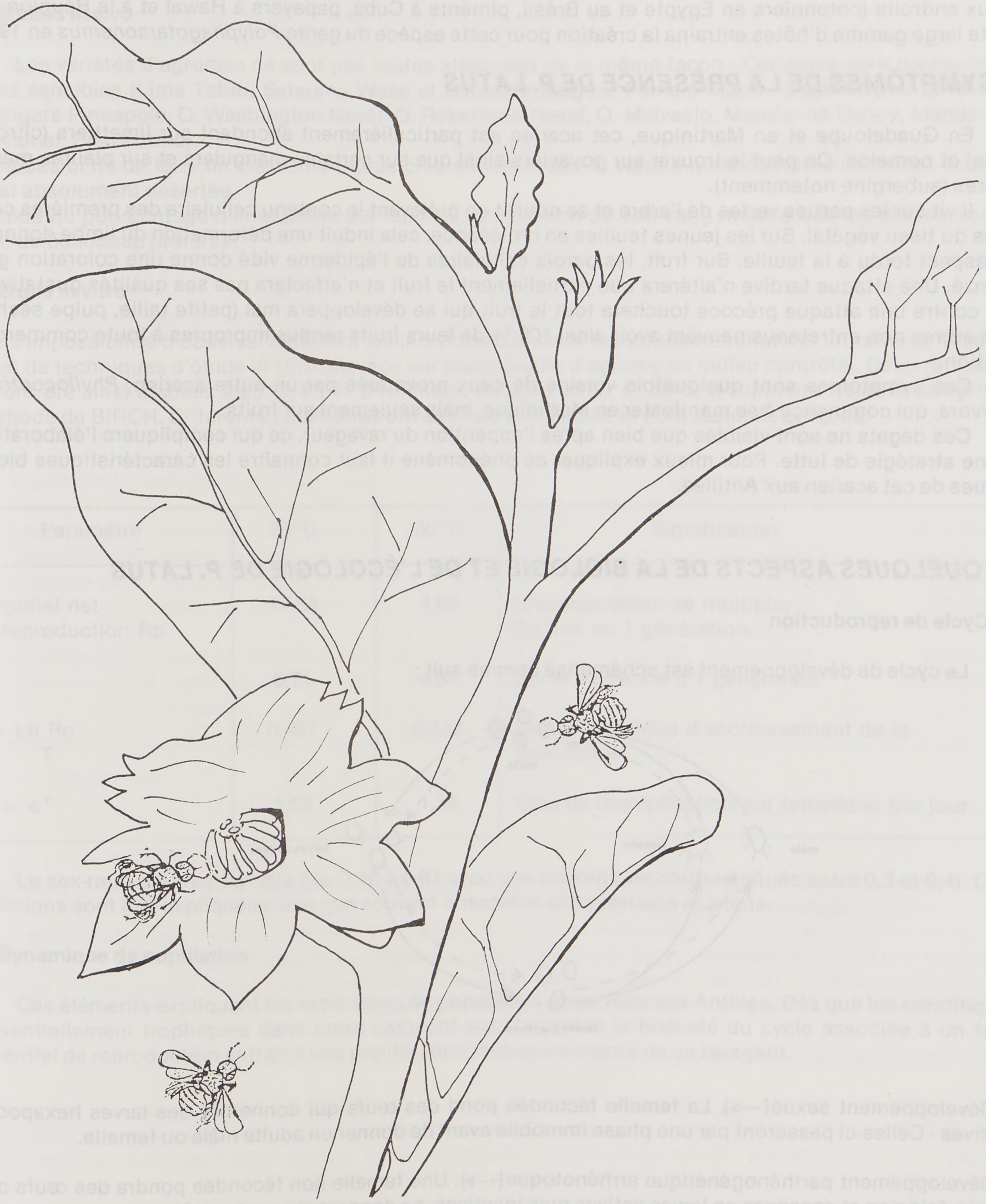


Fig 1 *pollinisation de l'aubergine par Exomalopsis biliottii.*

MOYENS DE LUTTE CONTRE L'ACARIOSE DES AGRUMES CAUSÉE PAR POLYPHAGOTARSONEMUS LATUS (BANKS) ✶

Un acarien de la famille des *Tarsonemidae* est responsable de dégâts importants sur agrumes aux Antilles. Décrit en 1904 sur Manguier en Floride, il fut ensuite trouvé sur différentes cultures en de nombreux endroits (cotonniers en Égypte et au Brésil, piments à Cuba, papayers à Hawaï et à la Réunion,...). Cette large gamme d'hôtes entraîna la création pour cette espèce du genre *Polyphagotarsonemus* en 1965.

I - SYMPTÔMES DE LA PRÉSENCE DE P. LATUS

En Guadeloupe et en Martinique, cet acarien est particulièrement abondant sur limettiers (citrons verts) et pomelos. On peut le trouver sur goyaviers ainsi que sur certains manguiers et sur plantes maraîchères (aubergine notamment).

Il vit sur les parties vertes de l'arbre et se nourrit en prélevant le contenu cellulaire des premières couches du tissu végétal. Sur les jeunes feuilles en croissance, cela induit une déformation du limbe donnant un aspect tordu à la feuille. Sur fruit, les parois cellulaires de l'épiderme vidé donne une coloration gris bronzé. Une attaque tardive n'altérera que partiellement le fruit et n'affectera pas ses qualités gustatives. Par contre une attaque précoce touchera tout le fruit qui se développera mal (petite taille, pulpe sèche). Des arbres non entretenus peuvent avoir ainsi 100 % de leurs fruits rendus impropres à toute commercialisation.

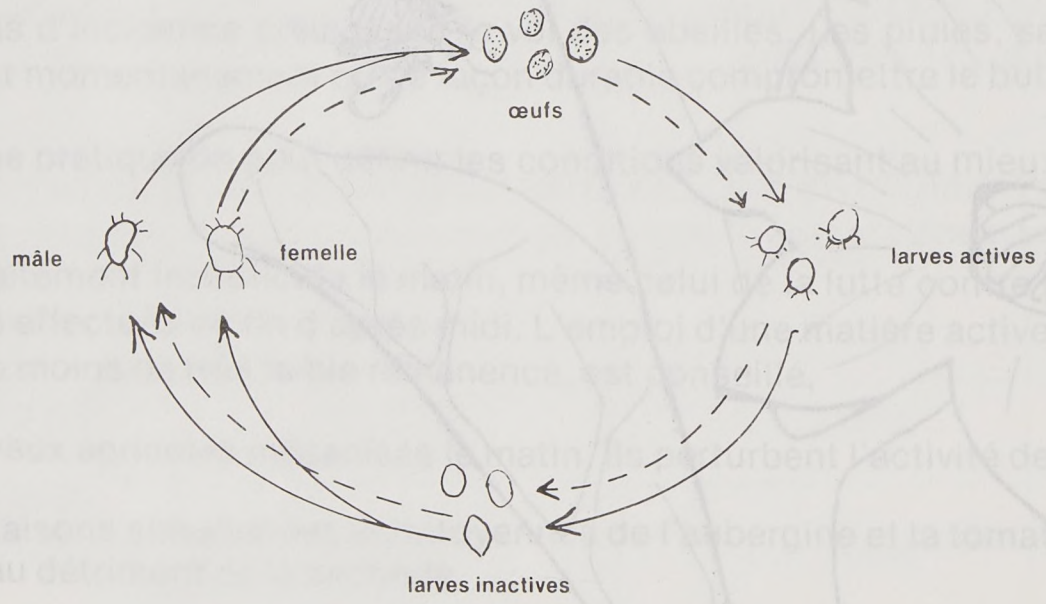
Ces symptômes sont quelquefois voisins de ceux provoqués par un autre acarien, *Phyllocoptruta oleivora,* qui commence à se manifester en Martinique, mais seulement sur fruits.

Ces dégats ne sont visibles que bien après l'apparition du ravageur, ce qui compliquera l'élaboration d'une stratégie de lutte. Pour mieux expliquer ce phénomène il faut connaître les caractéristiques biologiques de cet acarien aux Antilles.

II - QUELQUES ASPECTS DE LA BIOLOGIE ET DE L'ÉCOLOGIE DE P. LATUS

1 - Cycle de reproduction

Le cycle de développement est schématisé comme suit :



. Développement sexué(⟶). La femelle fécondée pond des œufs qui donneront des larves hexapodes actives - Celles-ci passeront par une phase immobile avant de donner un adulte mâle ou femelle.

. Développement parthénogénétique arrhénotoque(- - →). Une femelle non fécondée pondra des œufs qui, après éclosion et passages en larves actives puis inactives, ne donneront que des mâles.

✶ *Nefchateau le 27/12/82*
Rémy HUGON

2 - Reconnaissance des différents stades

Les individus sont difficilement visibles à l'œil nu. Leur taille est très petite (100 µ pour l'œuf, 250 µ pour une femelle). On peut reconnaître une population d'adultes lorsqu'on devine, sous éclairage rasant, des «grains de poussière» blanchâtres qui se déplacent. Les formes actives (œufs et larves) sont très peu visibles. Une caractéristique éthologique de ce ravageur lui a donné le nom français d'«acarien ravisseur». En effet le mâle arrive à sélectionner parmi les larves inactives celles qui vont donner une femelle. Il prend alors la larve sur son dos et se déplace avec elle jusqu'à l'émergence de la femelle qu'il fécondera immédiatement.

3 - Études in vivo

Les variétés d'agrumes ne sont pas toutes attaquées de la même façon - Certaines sont particulièrement sensibles (Lime Tahiti, Satsuma Wase et Satsuma Saïgon, Pomelo Marsh) d'autres peu sensibles (orangers Pineapple, O. Washington Navel, O. Robertson Navel, O. Malvasio, Mandarine Dancy, Mandarine Carvalhal, Clémentine).
L'impossibilité de faire un classement plus précis montre que la variété n'est pas déterminante ; aucune n'est absolument désertée.
L'étude du pourcentage d'infestation sur feuilles, en fonction de son rang montre que les jeunes tissus sont de beaucoup préférés.

4 - Étude in vitro

l'impossibilité d'observer aisément les individus dans leur environnement naturel entraîne la mise au point de techniques d'étude in vitro (élevage sur jeune feuille d'agrume en milieu contrôlé). Deux tables de vie ont été ainsi établies à 25°C, 85 % d'Humidité Relative et 30°C, 85 % d'Humidité Relative suivant la méthode de BIRCH. Différents paramètres ont ainsi pu être établis et sont résumés ci-après.

Paramètre	25°C	30°C	Signification
Potentiel net de reproduction Ro	17,58	4,66	Une population se multiplie Ro fois en 1 génération.
T	6,71	4,69	Durée moyenne d'1 génération
$r = \frac{Ln\ Ro}{T}$	0,427	0,328	Taux intrinsèque d'accroissement de la population.
$\lambda = e^r$	1,53	1,39	Taux de multiplication par femelle et par jour.

Le sex-ratio est très variable (de O,10 à 0,67 avec une majorité de chiffres situés entre 0,3 et 0,4). Ces variations sont mal expliquées bien que souvent observées chez certains acariens.

5 - Dynamique de population

Ces éléments expliquent les explosions de population observées aux Antilles. Dès que les conditions (essentiellement trophiques dans notre cas)sont satisfaisantes la brièveté du cycle associée à un fort potentiel de reproduction entraine une prolifération impressionnante de ce ravageur.

III - MOYENS DE LUTTE CONTRE P. LATUS

Différents types de lutte sont étudiés mais seule pour l'instant la lutte chimique est efficace. Il faut pourtant qu'elle soit correctement menée pour arriver à de bons résultats avec un minimum de frais et de nuisances - Pour obtenir cette bonne situation, trois questions doivent être résolues : - Quel produit utiliser ? Quand l'utiliser , Comment l'utiliser ?

1 - Acaricides actifs contre *P. Latus*

L'ensemble des acariens montre une telle diversité qu'il n'est pas surprenant d'observer une efficacité très variable des produits «acaricides». Cette appellation est très large et peut ne pas convenir à la fois à des familles aussi différentes que les Tétranyches, les Tarsonèmes, les Eriophyes, les Phyllocoptes contenant pourtant toutes des genres phytophages.

Il a fallu, parmi les spécialités commerciales disponibles, éliminer par screening celles qui n'agissent pas contre *P. latus.*

Les résultats actuels permettent de dresser le tableau suivant.

Produit commercial	Matière active	Dose (m.a)	Commentaires
ANIMERT	Tetrasul 20 %	40 g/hl	Actif après 48 heures seulement
ANTHIOFORT	Formothion 338 g/l	45 g/l	- Peu efficace
ACAROPRON*	Dicofol 75 g/l	52,5 g/hl	- Bonne action de choc - Très efficace
	+ huile 360 g/litre	252 g/hl	
DORVER	Cyhexatin 15 g/l	3 g/hl	- Bonne action de choc - Très efficace
	+ tretradifon 80 g/l	16 g/hl	
FENDIX	Dialiphos 216 g/l	90 g/hl	- Bonne action de choc - Très efficace
	+ endosulfan 175 g/l	175 g/hl	
MICROLUX	Soufre 81 %	2000 g/hl	- Bonne action de choc - Très efficace
NUVACRON	Monocrotophos 200 g/l	30 g/hl	- Pas d'action de choc - Peu efficace
NEDRON	Bromopropylate 250 g/l	50 g/hl	- Bonne action de choc - Très efficace
POSIDOR	Endosulfan 200 g/l	30 g/hl	- Bonne action de choc - Très efficace
	+ Dimethoate 300 g/l	45 g/hl	
THIODAN	Endosulfan 350 g/l	60 g/hl	- Bonne action de choc - Très efficace
ULTRACIDE	Méthidathion 193 g/l	30 g/hl	- Pas d'action de choc. Moyennement efficace.

* produit à l'essai. Non commercialisé en France.

Une bonne action de choc est nécessaire compte tenu des pluies brutales fréquentes aux Antilles qui peuvent rincer le végétal de tous produits de traitement.

La liste ci-dessus n'est pas exhaustive et d'autres produits sont encore testés. Il faut remarquer que le soufre a une action intéressante, qu'il soit pur ou dans une molécule plus complexe.

D'autres produits, réputés comme secondairement acaricides,auraient une bonne action contre *P. latus.* C'est le cas par exemple du MORESTAN (Chinométhionate).

2 - Déclenchement du traitement

Quand faut-il traiter ? Cette question primordiale est la plus difficile à faire comprendre - La petite taille de *P. latus* et l'invisibilité des dégâts au moment où ils sont faits assurent une grande sécurité à ce ravageur. Ce n'est qu'après 10 jours au moins que les dégâts seront visibles mais il est alors trop tard pour agir. La population est en régression et le traitement sera totalement inutile.

Compte tenu des éléments bio-écologiques cités précédemment on peut retenir plusieurs indications utiles.

- La disponibilité de jeunes tissus induit les explosions de population : c'est donc à chaque poussée végétative qu'il faudra être attentif. S'il n'y a que des feuilles, les dégâts n'auront pas trop de conséquences. S'il y a floraison, il faudra attendre la nouaison et le stade «noyau d'olive» du jeune fruit pour traiter - Dans les zones climatologiquement bien marquées (opposition saison sèche et humide) les floraisons seront groupées et faciliteront les traitements. Dans les autres zones les arbres présenteront simultanément plusieurs stades (fleurs, nouaison, fruits en croissance,...) et devront être traités plus souvent.

- L'action des produits a montré que seule la population active est touchée et que les œufs indemnes peuvent en quelques jours reconstituer une population nuisible. Un second traitement deux jours après le premier permet de supprimer cette nouvelle génération avant qu'elle n'ait eu le temps de pondre. Ce double traitement permet un réel assainissement de la situation.

3 - Moyens de traitement

La lutte contre cette acariose en Guadeloupe et en Martinique a montré l'importance des modalités de traitement. Il faut un appareillage permettant de bien pénétrer la végétation. Pour les petits vergers les lances à jet variable sont très efficaces. Elles permettent de bien mouiller les fruits et les feuilles même à l'intérieur de la frondaison.

Pour les plus grands vergers les appareils à jet porté doivent être suffisamment puissants pour traverser la rangée d'arbres. Un passage dans chaque rang permettra à chaque haie d'être ainsi traitée deux fois. Les arbres doivent être entièrement et largement mouillés.

L'addition de mouillant (ADHESOL, CITOWET,...) améliore beaucoup l'efficacité des applications.

On peut résumer ces informations dans le tableau suivant :

	BON	MAUVAIS
Décision de traitement	. Jeune fruit (taille noyau d'olive) . Surveiller les fruits en croissance. «grains de poussière» blanchâtres près du pédoncule il faut traiter. ou . Traitement de sécurité toutes les 3 semaines	Attendre de voir les dégâts
Traitement	. Double traitement à deux jours d'intervalles Mouillant . Matériel adéquat . Bien mouiller la végétation.	. Traitement unique . Mauvais produit, mauvaise dose . Pluie dans les 6 heures qui suivent le traitement.

IV - CONCLUSION

Avec l'acariose des agrumes due à *P. latus* l'arboriculture aux Antilles est confrontée à un problème particulier.

Sa résolution nécessite impérativement une grande qualité de traitement autant dans son déclenchement que dans son application. Tout écart met en péril son efficacité.

Ce type de lutte est classique en maraîchage et est alors mieux accepté. L'aspect de précision et de soins intensifs lié traditionnellement à ces cultures semble justifier une telle tragédie. Il en est de même pour l'arboriculture pourtant souvent considérée comme moins exigeante. Le problème posé par les acariens constitue, il faut le dire, l'aspect le plus compliqué de la culture des agrumes.

Rappel des symptômes provoqués par Polyphagotarsonemus latus sur les cultures maraîchères

C.M. Messiaen

Les notions de base sur la biologie de l'acarien et les réflexions sur les méthodes de lutte exposées dans l'article précédent par Mr Hugon pourront se révéler utiles au maraîcher, exposé à apprécier à ses dépens la **«polyphagie»** de cet animal. On peut observer en Guadeloupe :

- *Sur Aubergine :* des cicatrices liégeuses apparentes sur les fruits au moment de la récolte, partant de l'extrémité, ou d'un anneau situé non loin de celle-ci, et se dirigeant vers le calice sous forme de triangles allongés. Ces dégâts correspondent à des proliférations d'acariens au moment où le jeune fruit est noué, la corolle sur le point de tomber.

Soupçonnée à l'INRA, cette relation entre l'acarien et le liège des fruits a été démontrée par PALCY (Protection des végétaux - Fort-de-France).

- *Sur Poivron :* des déformations de feuilles qui deviennent étroites, plus ou moins laciniées, avec une nervure sinueuse. Ces déformations évoquent pour l'observateur non prévenu, une attaque de virus, ou des dégâts d'hormones... On doit à J.B Quiot (INRA 1969) la démonstration du rôle de l'acarien. Dans les cas les plus graves, l'extrémité des tiges jaunit et la croissance s'arrête.

- *Sur Tomate :* les attaques sont rares. Nous en avons observées au Domaine Duclos (INRA) durant l'été 82. La croissance et le développement des feuilles s'arrêtent à l'extrémité des tiges. Les folioles restent peu développées, rabougries, de coloration brunâtre.

Rappelons que la Tomate est sujette à une autre acariose, beaucoup plus fréquente, en particulier en Grande Terre, provoquée par *Aculus* (autrefois *Vasates*) *lycopersici* qui provoque le dessèchement des feuilles adultes et sénescentes, et une coloration **bronzée** de la tige des jeunes fruits.

- *Sur Haricot :* les feuilles n'atteignent pas leur taille normale. Elles se déforment en cuillère, le creux dirigé vers le haut, et prennent une coloration roussâtre, surtout à la face inférieure. La croissance est ralentie. Les filets eux aussi peuvent être déformés, avec des taches brunâtres.

- *Sur Pomme de Terre :* le feuillage peut combiner les types de symptômes observés sur Haricot (feuilles en forme de cuillère, roussies) et sur Tomate (extrémités complètement rabougries).Ces symptômes sont apparus sur des clones de pomme de terre tolérants à la chaleur, reçus de l'AVRDC (Formose). L'acarien doit être considéré comme un des soucis majeurs qui concerneraient cette culture, dans le cas où l'obtention de variétés résistant à la chaleur et au flétrissement bactérien serait réalisée.

Dans tous les cas, les *Polyphagotarsonemus* sont pratiquement invisibles à l'œil nu, et doivent être recherchés à la loupe soit dans les fleurs (Aubergine) soit à l'extrémité des tiges (autres plantes). Les *Aculus* (acanose bronzée de la Tomate) ne sont pas non plus visibles à l'œil nu, à l'inverse des «Tetranyques» ou «Araignées rouges» beaucoup mieux connus du public.

I.N.R.A : Station d'Amélioration des Plantes
Domaine Duclos 97170 Petit-Bourg

IMPRIMERIE SERIAL
15, rue Nassau
Pointe à Pitre
Tél. 82 59 28 - 83 32 10